



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Aprendiendo sobre Taxonomía y Biología en Ambientes Informales de Aprendizaje**

**Lady Mayerli Vergara Estupiñán**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad Ciencias Humanas, Departamento Psicología  
Bogotá, Colombia  
2014



# **Aprendiendo sobre Taxonomía y Biología en Ambientes Informales de Aprendizaje**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Psicología con énfasis en Cognición**

Director:  
Ph.D., Javier Alejandro Corredor Aristizábal

Línea de Investigación:  
Cognición Medios y Educación

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Psicología  
Bogotá, Colombia  
2014



*Este logro en mi carrera profesional se lo dedico a mi creador, a mis padres, mi esposo, mi hijo y a mis hermanos que llenan de alegría todos los días de mi vida.*



## **Agradecimientos**

Eternos agradecimientos a mi director de tesis de postgrado y a mi directora de tesis de pregrado. Quienes contribuyeron a alcanzar este logro académico en mi profesión.





## Resumen

El siguiente estudio explora el efecto de una experiencia de aprendizaje sobre el gusto y los procesos de clasificación de un grupo de 32 niños de cuarto grado del colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja en edades entre los 9 y los 10 años. Se presta especial atención a la forma en que los niños clasifican diferentes tipos de hojas en una tarea de apareamiento y como esto influye en la comprensión de la variabilidad. Adicionalmente, se revisan los efectos tiene la visita al ambiente informal de aprendizaje del herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sobre preferencias y gustos básicos hacia este dominio de conocimiento.

Los resultados muestran que los niños utilizan recurrentemente criterios de clasificación que no necesariamente tienen una correspondencia adecuada con los criterios usados por los expertos en biología. Además, se encontró que los niños tienen dificultades para manejar la variabilidad inherente a las categorías taxonómicas, y que estos problemas no desaparecen inmediatamente con la intervención. Lo que concluye que las personas no expertas presentan tendencias a la clasificación que están gobernadas por misconcepciones. Por otro lado, la intervención mostró que el contacto con el ambiente del Herbario y con las prácticas de la biología favorece el gusto de los niños hacia el dominio disciplinar de la biología y genera un mayor entendimiento del quehacer del biólogo. Además las actividades diarias la familia y los profesores posibilitan la construcción de diferentes aprendizajes sobre el cuidado de las plantas desde las tareas de jardinería.

**Palabras clave:** Taxonomía, Variabilidad, Ambiente Informal, Biologías Populares, Preferencias Personales.

## Abstract

The following study explores the effect of learning experience on the taste and sorting processes of a group of 32 children in grade school Boyaca Tunja city between the ages of 9 and 10 years. Special attention to how children sort different types of leaves on a task like this mating and influences the understanding of the variability is given . Additionally, we review the effects is the visit to the informal learning environment herbal Pedagogical and Technological University of Colombia on basic tastes and preferences towards this domain of knowledge.

The results show that children repeatedly used classification criteria do not necessarily have an appropriate match to the criteria used by experts in biology. It was also found that children have difficulty managing the inherent variability taxonomic categories, and that these problems do not disappear immediately with the intervention. What we concluded that non-experts present trends to the classification are governed by misconceptions. Furthermore, the intervention showed that contact with the atmosphere of the Herbarium and practices of biology favors the taste of children toward mastering the discipline of biology and generates a greater understanding of the work of the biologist. In addition the daily family activities and teachers allow the construction of different learning about the care of plants from gardening tasks.

**Keywords:** Taxonomy, Variability, Informal Environment, Folk Biology, Personal preferences.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen .....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XV</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Experticia e Islas de Experticia .....</b>	<b>5</b>
1.1 Experticia en biología .....	8
<b>2. Categorías y Clasificación en el desarrollo del niño .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Variabilidad.....</b>	<b>19</b>
<b>4. Aprendizaje Colaborativo .....</b>	<b>23</b>
<b>5. Identidad y Experiencias Informales.....</b>	<b>27</b>
<b>6. Método .....</b>	<b>31</b>
6.1 Diseño Metodológico .....	31
6.2 Participantes.....	32
6.3 Instrumentos.....	32
6.3.1 Entrevista .....	33
6.3.2 Tarea de Apareamiento V.C.....	33
6.3.3 Guía de Intervención .....	34
6.4 Procedimiento.....	35
6.5 Técnicas de Análisis de Datos .....	36
<b>7. Resultados.....</b>	<b>37</b>
7.1 Cambios significativos en las concepciones de la biología y el gusto hacia esta .....	37
7.2 La resistencia al cambio en las tendencias de clasificación y las biología populares .....	40
7.2.1 Tendencias cotidianas y biología populares en el dominio .....	40
7.2.2 Tendencias cotidianas y biología populares en la clasificación.....	42
7.2.3 Otras tendencias relacionadas con la vida cotidiana sobre el cuidado y funcionamiento de las plantas. ....	61
<b>8. Discusión y Conclusiones .....</b>	<b>72</b>

<b>A. Anexo: Consentimiento Informado.....</b>	<b>8-79</b>
<b>B. Anexo: Entrevista .....</b>	<b>8-1</b>
<b>C. Anexo: Tarea de apareamiento V.C. ....</b>	<b>3</b>
<b>D. Anexo: Guía de Trabajo.....</b>	<b>4</b>
<b>E. Anexo: Guía de clasificación de Hojas.....</b>	<b>6</b>
<b>F. Anexo: Taller de las partes de la planta y Clasificación de seres vivos .....</b>	<b>7</b>
<b>G. Anexo: Entrevista a un Biólogo .....</b>	<b>11</b>
<b>H. Anexo: Experiencia Pedagógica: Taller de las partes de la planta y Clasificación.....</b>	<b>15</b>
<b>I. Anexo: Visita al Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia .....</b>	<b>19</b>
<b>J. Anexo: Entrevista a un biólogo .....</b>	<b>24</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>31</b>

## Lista de figuras

**Pág.**

Figura 1.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Dónde trabajan los biólogos? antes y después del taller y de la visita al Herbario (no trabajo=R. No Completa, trabajo= R. Completa). ....	38
Figura 2.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Te gustaría ser un biólogo? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	39
Figura 3.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Qué es ser un biólogo? antes y después del taller y de la visita al Herbario.....	41
Figura 4.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿A ti te gustan las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	42
Figura 5.	Diagrama de barras de los criterios de apareamiento de la tarea V.C antes y después del taller y la visita al Herbario.....	45
Figura 6.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Cómo sabes que una planta es igual a otra? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	46
Figura 7.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Por qué hay plantas que no tiene flores? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	48
Figura 8.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿crees que a las plantas les duele si las chuzas? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	50
Figura 9.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿has visto alguna planta enferma? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	52
Figura 10.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Cuándo tú te enfermas es igual a cuando una planta se enferma? antes y después del taller y de la visita al Herbario.....	53
Figura 11.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿tú crees que el mundo se va a quedar sin plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	55
Figura 12.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Para qué sirven las partes de la planta? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	57
Figura 13.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿por dónde se alimentan las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.....	59

Figura 14.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿las plantas piensan? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	60
Figura 15.	Diagrama de barra de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Qué haces para cuidar las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	62
Figura 16.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Qué hacen otras personas para cuidar las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	63
Figura 17.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Tu como sabes que una planta está enferma? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	64
Figura 18.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Cuales son la partes de las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario. ....	66
Figura 19.	Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Por dónde comen las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.....	67
Figura 20.	Clasificación taxonómica reino vegetal. ....	17
Figura 21.	Fotografía de la clasificación de una planta realizada por un grupo de niñas. ....	17

## Lista de tablas

Pág.

Tabla 1: Clasificación Taxonómica de las Especies Utilizadas .....	34
Tabla 2: Fases de la investigación.....	35
Tabla 3: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Dónde trabajan los biólogos? .....	39
Tabla 4: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Te gustaría ser un biólogo?.....	40
Tabla 5: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Qué es ser un biólogo? .....	41
Tabla 6: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿A ti te gustan las plantas? .....	42
Tabla 7: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Cómo sabes que una planta es igual a otra?.....	47
Tabla 8: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Por qué hay plantas que no tienen flores? .....	49
Tabla 9: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Crees que las plantas les duele si las chuzan? .....	51
Tabla 10: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Has visto alguna planta enferma? .....	52
Tabla 11: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Cuándo tú te enfermas es igual a cuando una planta se enferma? .....	54
Tabla 12: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Tú crees que el mundo se va a quedar sin plantas?.....	56
Tabla 13: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Para qué sirven las partes de las plantas? .....	58
Tabla 14: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Por dónde se alimentan las plantas?.....	59
Tabla 15: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Las plantas piensan?.....	61
Tabla 16: Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Por dónde comen las plantas? .....	68
Tabla 17: Tabla de frecuencia de las respuestas de los niños antes del taller y de la visita al Herbario. Tipo de plantas que conocen .....	69
Tabla 18: Tabla de frecuencia de las respuestas de los niños después del taller y de la visita al Herbario. Tipo de plantas que conocen .....	70





## Introducción

El presente estudio busca determinar el efecto de una experiencia de aprendizaje en un ambiente informal sobre la motivación y los procesos de clasificación de un grupo de estudiantes de cuarto grado dentro del dominio disciplinar de la biología. La investigación se desarrolló en el Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja con un grupo de 32 niños en edades entre los 9 y los 10 años. Dentro de los alcances de la investigación se espera establecer los efectos de esta experiencia de aprendizaje sobre el gusto y preferencias personales hacia la biología y sobre las tendencias de clasificación y manejo de la variabilidad en un grupo de niños. Particularmente, el estudio evalúa estos efectos en el contexto de una visita al Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Es importante señalar que la investigación sigue los lineamientos de los experimentos de diseño (*design experiments*) en los cuales se elabora una situación educativa y se evalúan sus efectos de manera cualitativa (Cobb, Disessa, Lehrer & Schauble, 2003). En ese sentido, el objetivo de la investigación incluye un componente pedagógico asociado a la evaluación de los efectos de esta intervención sobre el aprendizaje en un dominio de conocimiento, en este caso, la biología. Es importante aclarar que, dentro de esta tradición, no es requerido usar un grupo control, pero sí detallar cuidadosamente los cambios producidos durante el desarrollo de la intervención, y sus efectos sobre los participantes. Específicamente, este estudio compara las respuestas de los estudiantes a una serie de tareas, que incluyen tareas de clasificación y una entrevista semi-estructurada, antes y después de la intervención. Para la recolección de los datos se realiza una encuesta sobre los efectos cognitivos de la intervención sobre la comprensión y el gusto por la biología. La encuesta (pretest) se aplica previo al taller y a la visita al ambiente informal del Herbario, y se vuelve a aplicar al final de la intervención (posttest). Este procedimiento permite identificar los cambios en las formas de clasificación en los niños y en sus preferencias personales alrededor del dominio de la biología.

En esta investigación, se asume que una experiencia informal de aprendizaje debe tener efectos leves en las tendencias de clasificación intuitivas de los niños y niñas

ya que estas tendencias son difíciles de cambiar dada la duración del estudio, y la resistencia al cambio que se ha observado en las biología populares (Atran, 1998). Esta misma experiencia debe tener efectos más fuertes sobre la preferencia personal de los niños hacia la biología y sobre su conocimiento de la práctica profesional de los biólogos, ambos prerrequisitos del desarrollo de identidades positivas hacia estas dos áreas.

En particular, la experiencia evalúa si los niños desarrollan un mayor entendimiento del rol de los biólogos y un mayor gusto hacia las prácticas de la biología a partir de una experiencia informal diseñada para tal fin. Se aspira a que, en interacción con los materiales y experiencias de la intervención, se logre algún nivel de cambio en la concepción que tienen los estudiantes de lo que hacen los biólogos, particularmente, los que trabajan en taxonomía. Dado que el proceso de aprendizaje que se estudia acá se produce en la interacción de grupos de niños con materiales teóricos (e.g. claves taxonómicas o libros de texto) y con el ambiente del herbario, se espera que los estudiantes cambien la manera en que conciben el gusto y la motivación hacia la biología, así como las formas de organización taxonómica. Esto es así porque las experiencias de aprendizaje no sólo modifican los elementos cognitivos, sino también las ideas que los estudiantes tienen sobre la práctica y estructura de las disciplinas científicas (Greeno, Collins & Resnick, 1986).

Con referencia a las tendencias de clasificación y el manejo de la variabilidad, se busca ver cómo la intervención impacta (a) la forma cómo se evalúa la pertenencia de una hoja a un grupo de plantas determinado, y (b) el paso de la clasificación por rasgos superficiales a la clasificación por rasgos profundos asociados a la teoría taxonómica. Estos cambios son importantes en el aprendizaje de la biología porque permiten corregir importantes errores en la forma en que las personas conciben la taxonomía y que están presentes incluso en grupos expertos (Wheeler y Valdecasas, 2007).

Estos dos temas, la clasificación taxonómica y el gusto hacia la biología, fueron escogidos por su importancia para la educación en biología. Con relación al primer tema, Eberbach y Crowley (2008) señalan que la construcción de categorías es parte fundamental del proceso de razonamiento en biología. Las categorías no sólo permiten la organización de información proveniente de la observación sino que crean las expectativas que guían el proceso mismo de estudio de la exploración del mundo natural. Son las categorías taxonómicas las que ayudan a los biólogos a organizar los procesos

de comparación entre diferentes especies alrededor de rasgos profundos y no de similitudes morfológicas superficiales (Alberdi, Sleeman & Korpi, 2000). Se ha establecido que el surgimiento de categorías (habilidad necesaria para el dominio disciplinar de la biología) está mediado por tendencias naturales en las personas que dificultan la construcción de categorías válidas desde el punto de vista de la biología. A un nivel general se ha descubierto que los estudiantes en las etapas iniciales de aprendizaje tienen problemas para tener en consideración la variabilidad inherente a los grupos de datos (Ben-Zvi, 2004). Además, en el espacio de la biología en particular se ha mostrado que las personas tienen fuertes inclinaciones a integrar las diferencias morfológicas de los grupos biológicos en tipos esenciales que en alguna medida mitigan la atención disponible para dar cuenta de la variabilidad inherente a dichos tipos (Atran, 1998). Es posible que la intervención pedagógica planteada en el estudio tenga efectos sobre estas tendencias.

En relación con el gusto hacia la biología, Eberbach y Crowley (2008) sugieren que la observación del mundo natural está determinada no solamente por procesos puramente cognitivos sino también por los intereses de los individuos que en ella participan. Desde esta perspectiva los biólogos poseen una identidad positiva hacia la observación biológica y un gusto especial por la organización del mundo natural, que constituyen disposiciones productivas para el desarrollo de la experticia en esta área (Eberbach & Crowley, 2008). Aunque este estudio tiene una extensión temporal demasiado corta para permitir explorar cambios profundos en la identidad, sí permite ver cambios en las preferencias personales, el gusto, hacia un campo determinado de saber, y detectar cambios en el conocimiento de los estudiantes en relación con lo que la práctica académica y profesional de una disciplina implica. Dado que el estudio presenta una experiencia corta no se espera producir cambios globales en las identidades, ya que estas requieren procesos largos de exposición a dominios de conocimiento, comunidades de práctica, y experiencias pedagógicas alternativas sostenidas. Sin embargo, la intervención realizada en este estudio puede impactar las preferencias y gustos hacia el dominio de la biología, los que en el largo plazo pueden ser fundamentales para el desarrollo de las identidades de los niños en relación con la biología.

El enfoque metodológico de la investigación es de métodos mixtos (cualitativo-cuantitativo), que combina la observación de campo que se realiza de los niños que participan en la investigación y las codificaciones numéricas de la misma. La investigación se ubica en la frontera de la perspectiva cognitivo-racional y el

pragmatismo / sociohistórico de la perspectiva situada. De la perspectiva cognitiva racional, la investigación toma las ideas de experticia (Crowley & Jacobs, 2002), razonamiento en dominios específicos (Eberbach & Crowley, 2008), variabilidad (Petrosino et al., 2003), categorización (Bruner, Goodnow & Austin, 1978) y desarrollo conceptual (Piaget, 1967). De la perspectiva socio-cultural, retoma la idea de que la investigación debe llevarse a cabo en un ambiente natural que represente la complejidad de las situaciones de razonamiento en ambientes reales; esto propicia una mejor adquisición de aprendizajes y desarrolla la capacidad de participar en comunidades de práctica y aprendizaje (Greeno, et al., 1986).

En relación con el trasfondo pedagógico desde el cual se diseña la intervención utilizada en este experimento de diseño, el estudio parte del supuesto de que el desarrollo de los procesos cognitivos que subyacen la comprensión de la biología sólo es posible en ambientes de aprendizaje que permiten la interacción colaborativa con pares y otros elementos del ambiente social. En la misma línea, la intervención realizada en este estudio se diseñó respondiendo a la importancia de las prácticas de aprendizaje informal, como las visitas a museos, en el aprendizaje de conceptos científicos (Crowley & Jacobs, 2002).

# 1. Experticia e Islas de Experticia

Un concepto clave en la psicología cognitiva contemporánea es el concepto de experticia. Este concepto plantea que las habilidades de resolución de problemas no dependen de habilidades generales, sino del conocimiento acumulado en un dominio determinado. Por ejemplo, en el estudio clásico de Chi, Feltovich y Glaser (1981) mostró que los expertos en física gracias a su alto conocimiento en el dominio organizaban la resolución de problemas alrededor de principios fundamentales de la mecánica. En este estudio los autores exploran las diferencias cualitativas entre expertos y novatos al organizar 24 problemas de los Fundamentos de la Física (como la dinámica de las partículas y el equilibrio de los cuerpos).

De esta forma se encontró que en una tarea de la física mecánica que incluía la utilización de técnicas de recolección de datos basada en la categorización y clasificación jerárquica de los problemas, los novatos prestaban especial atención a los rasgos superficiales de los problemas para clasificarlos. Los expertos categorizaban los problemas teniendo en cuenta su profunda estructura conceptual y los principios científicos implicados en estos. Este hallazgo implica que los conocimientos que poseen los sujetos determinan la forma como ellos clasifican y resuelven problemas. Así los expertos clasificaban teniendo en cuenta las leyes y conceptos físicos relevantes, y los novatos teniendo en cuenta los objetos y términos incluidos en los enunciados. En esta misma línea, Chi y Koeske (1983) mostraron que los niños con alto conocimiento específico en el tema de dinosaurios se desempeñaban mejor que los adultos en una tarea de memoria de dinosaurios porque tenían una estructura de clasificación más compleja y mejor organizada que los niños con menor conocimiento en el tema. Esto es importante para este estudio porque muestra que la estructura categorial alrededor de la cual se organiza la clasificación en un dominio de conocimiento, es la que determina una comprensión experta de las disciplinas científicas. Es decir, no se puede desarrollar experticia en la ausencia de una estructura de clasificación adecuada, como la que se pretende desarrollar en este estudio para el caso de la biología.

La literatura también señala que esta estructura de clasificación experta puede surgir en ambientes informales. Particularmente, se sabe que los niños pueden desarrollar islas de experticia en áreas específicas a partir del fortalecimiento de sus intereses en prácticas cotidianas. De esta forma se asume que los padres o profesores actúan como mediadores entre los interés del niño y lo que aprende. Al respecto, autores como Crowley y Galco (2001) introducen el concepto de [Explanatoid], que hace referencia a las explicaciones que ofrecen los padres a las preguntas que los niños realizan en actividades cotidianas. Los contenidos de estas preguntas pueden ser muy diversos y hacer referencia a acontecimientos naturales, organismos biológicos, génesis de los objetos, fenómenos físicos y procesos culturales entre otros. Como señalan Callanan y Oakes (1992) en las conversaciones entre padres e hijos los niños centran su interés en descubrir ¿por qué suceden las cosas? y ¿cómo las cosas trabajan? Crowley y Jacobs (2002) señalan la importancia que tienen los padres en la formación de “Islas de Experticia”. Las explicaciones que estos ofrecen a los niños facilitan resolver problemas y generar cambios conceptuales. Los autores indican que las explicaciones de los padres contribuyen a formar lo que los niños están aprendiendo en la medida en que satisfacen su curiosidad e incentivan aprendizajes nuevos.

El tipo de explicaciones [explanatoids] que ofrecen los padres están particularmente diferenciadas de aquellas que se dan convencional o formalmente en otro tipo de situaciones (e.g. explicaciones científicas e instruccionales). Debido principalmente a que las explicaciones que dan los padres se caracterizan por: estar presentes en un momento de colaboración entre ambos; ofrecer evidencia notable cuando se persigue un interés común; facilita que los niños analicen, almacenen y establezcan inferencias; y en último lugar que los niños puedan co-construir su pensamiento científico en ajuste a las actividades cotidianas (Crowley & Jacobs, 2002). Generalmente, se sabe que en ambientes informales o de museo los padres median entre las experiencias dentro y fuera de estos, y están continuamente ayudando a relacionar el conocimiento informal con las diferentes disciplinas académicas, partiendo de los intereses y de las experiencias particulares que sus hijos han tenido (Crowley & Jacobs, 2002; Leinhardt & Crowley, 2002).

Esto implica que los niños poseen algún tipo de conocimiento específico sobre algún tema de interés para la familia. Una muestra de este tipo de estudios fue la desarrollada

por los autores en el museo de los niños de Pittsburgh. A través de las conversaciones entre padres e hijos se mostró que el contenido de las conversaciones se centraba en ejemplos de situaciones pasadas donde los niños habían adquirido dicho conocimiento. Los ejemplos usados por los padres establecían una conexión entre el objeto que era expuesto en la exhibición y el conocimiento anterior adquirido en la experiencia previa de cada niño (Crowley & Jacobs, 2002).

En dicha investigación entre los padres y los hijos se llegaron a plantear hipótesis sobre que era cada fósil y se consiguió identificar que a niveles altos de conversación los niños identifican más fósiles. Para los autores, un nivel alto de conversación se producía cuando ésta giraba efectivamente alrededor de explicaciones y no alrededor de categorías de habla superficiales (niveles bajos de conversación). En esta medida es importante señalar que en museos o ambientes informales se pueden unir los conocimientos que tienen los niños con objetos auténticos, lo que posibilita que el aprendizaje se construya de manera significativa y permita un mejor recuerdo de lo que se aprende (Crowley & Jacobs, 2002; Leinhardt & Crowley, 2002).

Leinhardt y Crowley (2002) señalan que las visitas a los museos posibilitan que los aprendizajes sean más significativos debido principalmente a que las colecciones de objetos gozan de autenticidad y se convierten en el mejor apoyo para generar nuevos aprendizajes. Además, los objetos que se encuentran en el museo sirven para ser utilizados como ejemplo y se convierten en reforzadores del aprendizaje.

Los autores establecen que la asociación que se logra con los museos parte de las experiencias pasadas del individuo y del objeto mismo que es observado. Destacan también la importancia que los padres y los profesores tienen en el uso activo de los objetos en las prácticas de aprendizaje, principalmente porque ellos se convierten en un punto de anclaje entre el conocimiento en ambientes informales y los objetos. Este tipo de conexión se logra gracias a las conversaciones que se propician alcanzándose así cohesión social y participación entre los espectadores. De esta forma las conversaciones se convierten en mecanismos de aprendizaje.

Leinhardt y Crowley (2002) también señalan que repetidas visitas al museo pueden servir como trabajo de orientación para aclarar dudas y establecer una posición frente a un tema determinado. Además mencionan que en las visitas de grupo los niños tienen

libertad para discutir detalles de los objetos observados y llegar a cuestionar ¿Por qué está este objeto aquí y no allá?, ¿Por qué las etiquetas dan esta información y otra no?.

El estudio realizado por los autores se centra en las conversaciones que se dan en una sala de exposición de arte africano. Se observó que cada segmento de las conversaciones podría ser clasificado en características estructurales y temáticas. La primera de las categorías observables dentro de la conversación tiene que ver con un listado de identificación de los objetos. La siguiente categoría se enfoca en el contenido de la conversación y se centra en la síntesis, es decir, en la manera en que los participantes buscan integrar la forma del objeto teniendo en cuenta aproximaciones a objetos conocidos. Otras dos características tienen que ver con el análisis y la explicación, es decir, con la definición detallada de la finalidad y utilidad de los objetos (Leinhardt & Crowley, 2002).

## **1.1 Experticia en biología**

En ambientes informales relacionados con el mundo biológico existe una clara posibilidad de que los niños desarrollen ciertos conocimientos sobre dominios específicos (islas de experticia) gracias a la observación, la comparación, la manipulación y la interacción con el medio en su cotidianidad. Eberbach y Crowley (2008) denotan que las observaciones científicas que un experto realiza pueden ser traslapadas a las observaciones que realizan los niños en su cotidianidad y que les permiten aprender sobre su mundo biológico.

Eberbach y Crowley (2008) sugieren que los niños al igual que los expertos desarrollan características propias de la observación científica lo que les permite adquirir un conocimiento específico en biología. Los niños de forma similar a los expertos realizan observaciones científicas, toman notas de sus observaciones, crean archivos sobre las observaciones realizadas y formulan disposiciones para observar. Los autores señalan que la experticia en biología se caracteriza por utilizar como método de investigación, la comparación taxonómica. Lo que implica que luego de una observación basándose en la comparación de diferencias y semejanzas entre objetos, los biólogos pueden establecer bajo qué criterios agrupan los objetos en categorías.



En resumen, las categorías taxonómicas constituyen un elemento fundamental en el razonamiento en biología, ya que permiten organizar la información del mundo natural, hacer predicciones y agrupar objetos en función de rasgos profundos. La diferencia entre expertos y novatos puede residir en el conjunto de categorías que cada grupo posee, debido a que la inducción en biología está controlada por la jerarquía de categorías que organizan la información sobre el dominio.

En el caso de los novatos el uso de categorías taxonómicas correspondientes a biología populares [Folk Biology] determina la inducción de propiedades entre tipos de planta o animales (Atran, 1998). Los expertos de la misma manera usan la organización taxonómica disponible para dirigir la observación a rasgos más relevantes desde el punto de vista disciplinar y para realizar inducciones sobre las características y funciones de una planta y sus partes más allá de rasgos morfológicos superficiales (Eberbach & Crowley, 2008).

Para entender la relevancia del conocimiento disciplinar y la organización de categorías taxonómicas de los expertos en biología es necesario hacer un contraste con la forma en la que las personas no entrenadas organizan las categorías taxonómicas. La investigación en biología populares muestra que las personas usan categorías genéricas para organizar la información del mundo natural. Atran (1998) señala que las personas en ausencia de un entrenamiento disciplinar específico construyen categorías basados en una organización preestablecida compuesta de “especies genéricas”.

En un primer nivel, esta organización clasifica los organismos en “reinos populares” (“Folk Kingdoms”), básicamente en Plantas o Animales, sin incluir otras formas de vida, como los protozoarios, debido a que dichos organismos no son evidentes en la experiencia cotidiana. En forma descendente el siguiente nivel clasifica por “formas de vida” (“Life form”), así las plantas pueden ser clasificadas como Árboles (Trees), Hierbas/pastos (Herb/grass), o Matorrales (Bush). El siguiente nivel que está por debajo del anterior clasifica por “especies genéricas” (“Generic species”), como por ejemplo, el roble (Oak) o trébol (Clover).

Es importante notar que en las categorías taxonómicas las especies genéricas señaladas por Atran (1998) corresponden a clasificaciones en géneros y no a especies. Las

personas pueden incluir otras categorías por debajo de las especies genéricas así; los “rangos populares específicos” (“Folk specific”) donde clasifican al roble blanco (White oak) y finalmente por “rangos populares de variedad” (“Folk varietal”) con el roble blanco punteado (spotted white oak). Aquí la diferencia entre las clasificaciones realizadas por personas no entrenadas y las taxonomías basadas en conocimiento disciplinar.

Aunque las taxonomías populares son adecuadas para organizar la experiencia cotidiana su aplicación dista mucho de ser la apropiada para dar cuenta de la organización taxonómica de los organismos y de su origen evolutivo. Por ejemplo, dentro de las biología populares personas de diferentes culturas como las Norte América y los Indígenas Mayas tienden a agrupar al puerco-espín y a la zarigüeya en la misma categoría y a rechazar la relación entre el puerco-espín y la ardilla; aunque estos dos últimos son roedores y la zarigüeya es un marsupial (Atran, 1998).

Por el contrario, la identificación taxonómica cuando es llevada a cabo de acuerdo a criterios disciplinares es un proceso complejo que requiere entre otras actividades la coordinación del conocimiento disciplinar, generalmente en la forma de una clave de identificación taxonómica, con la percepción e identificación de rasgos concretos en las plantas. En esta tarea, los expertos a diferencia de los novatos llevan a cabo procesos fundamentales como: la ponderación de rasgos en función de su utilidad para la identificación de una planta; la consideración de los cambios morfológicos a lo largo del desarrollo de la planta; y la inclusión de la variabilidad biológica de las especies vegetales en el proceso de identificación (Bromme, Stahl, Bartholomé & Pieschl, 2004).

La investigación de experticia en biología no se reduce a las diferencias en organización taxonómica y observación en biología entre expertos y novatos. Córdoba y Larreamendy (2007) observaron cómo frente a una tarea en ecología de poblaciones los expertos y los novatos diferían en la forma en que solucionaban la tarea. El estudio contó con la participación de 20 sujetos divididos entre tres grupos de acuerdo a su conocimiento en biología. El primero conformado por 6 biólogos especialistas en evolución y ecología, el segundo por 4 psicólogos experimentales especialistas en procesos cognitivos y aprendizaje, y el tercero por 10 estudiantes universitarios de psicología de los primeros semestres, quienes no contaban con conocimientos previos en biología ni situaciones experimentales.

La situación experimental consistía en el software “Predapredatore”, en el cual se presentaban las interacciones entre tres poblaciones, una vegetal, una animal, y una animal que se alimentaba de la anterior. De esta forma, en el programa se invitaba a los participantes que modificaran cuatro parámetros dentro de dichas poblaciones relacionados con la reproducción, la percepción, el metabolismo y la evolución. La instrucción de los participantes pretendía que a partir de la simulación de 18 experimentos cumplieran 700 ciclos relacionados con el tiempo en el que las poblaciones ejecutaban una acción. El éxito de la tarea se definía como el equilibrio o el fracaso entre las poblaciones y la extinción de alguna de las tres.

Lo que se encontró en primer lugar es que ninguno de los tres grupos difirió en el número de experimentos que realizaron (18) y el tiempo de ejecución (cuanto). Pero, se encontraron diferencias en la estabilidad de las estrategias utilizadas. Córdoba y Larreamendy (2007) sugieren que los novatos no tenían una finalidad específica al momento de experimentar y conjeturaban sin contar con evidencia experimental. Por el contrario, los biólogos y los psicólogos experimentales se centraban en fundamentos teóricos para dar explicaciones a las hipótesis planteadas.

Los autores concluyen que los expertos cuentan con conocimientos en dominios específicos, debido principalmente a que los expertos se preocupan en establecer relaciones conceptuales y de causalidad entre sus experimentos y sus hipótesis de trabajo. En otras palabras, el procedimiento que utilizan los expertos para resolver los problemas de razonamiento científico estaría relacionado con la exploración teórica y no con la exploración accidental y sin relaciones causales de los novatos.



## **2. Categorías y Clasificación en el desarrollo del niño**

En ambientes informales de aprendizaje se evidencia el surgimiento de Islas de experticia en dominios específicos (Crowley & Jacobs, 2002) como se mencionó en la sección anterior. En estas Islas de experticia se puede incluir habilidades necesarias para la clasificación taxonómica en biología (Eberbach & Crowley, 2008). Habilidades como la clasificación tiene su razón de ser en el proceso del establecimiento de categorías.

Como indica Bruner et al. (1978) “Categorizar es hacer equivalentes cosas que se perciben como diferentes, agrupar objetos, acontecimientos y personas en clases y responder a ellos en términos de pertinencia de clase” (p. 15). El origen del estudio de los procesos de clasificación a través de los cuales las personas crean categorías tiene su origen en los estudios de Vygotsky y Piaget. En ambos casos, el panorama general del desarrollo señala una evolución hacia formas de clasificación cada vez más consistentes.

En Vygotsky, en la primera etapa el niño clasifica los objetos en “agrupamientos desorganizados” en los que básicamente los objetos no tienen nada en común salvo la percepción del niño (e.g. proximidad en el campo visual). En esta etapa los niños colocan un número de objetos juntos agrupados sin ningún objetivo.

Esta primera etapa se divide en tres: en la primera parte el niño crea un grupo de objetos al azar, cada objeto es agregado al tanteo y reemplazado cuando el objeto cambia (reagrupamiento por ensayo y error), en la segunda la organización del grupo depende del campo visual del niño y está determinada por la posición espacial de los objetos. Y finalmente en la tercera parte el niño realiza grupos rearrreglados de montones de objetos que ya existían.

De ahí, el niño pasa a una segunda etapa caracterizada por la construcción de “complejos” como forma de categorización. Los complejos se caracterizan porque los objetos se agrupan de acuerdo a similitudes factuales, pero que no constituyen colecciones de objetos basados en la presencia de un atributo abstracto. Vygotsky (1973) señala que el niño de esta etapa piensa en “Apellidos”, es decir los objetos hacen parte de familias separadas pero a la vez relacionadas. Por lo tanto los objetos son conectados por vínculos reales y no abstractos.

Existen cinco tipos de complejos, el primero es el complejo asociativo; donde hay un objeto ejemplo y el niño añade una figura con cualquier otro atributo que se le asemeje, por ejemplo, un círculo de color rojo con un cuadrado del mismo color. En el complejo de contraste; el niño agrupa objetos por cosas que se complementan y no por similitudes, por ejemplo, taza, plato y cuchara. El siguiente es el complejo de cadena; en el cual el niño agrupa dos objetos que comparten una característica (mismo color), y después agrega un tercero que comparte una característica diferente (misma forma) con uno de los dos objetos inicialmente seleccionados.

En el complejo de cadena el atributo que el niño tiene en cuenta para agrupar cambia constantemente, sin que uno sea más importante que otro como en el juego de domino. Los complejos difusos; se caracterizan por la fluidez que existe en los atributos de los objetos que se agrupan, como señala Vygotsky (1973), un niño con un triángulo amarillo puede pensar en triángulos o en trapezoides (por su similitud), de los trapezoides pasar a cuadrados, de estos a hexágonos, y los hexágonos a semicírculos y finalmente a círculos. El color en este tipo de agrupación puede ser también fluctuante y variable. Finalmente se encuentra el pseudo-concepto; donde el niño aplica etiquetas que le enseñaron a los objetos que agrupa, sin que sus agrupaciones sean abstractas y espontaneas aún.

La falta de consistencia de los complejos como clasificaciones sucede porque en la ausencia de un atributo abstracto estos se realizan a través de un objeto núcleo que se usa como patrón de comparación. Según Vygotsky, la consistencia de los complejos se va incrementando hasta que el niño arriba al uso de conceptos que se caracterizan porque en ellos un atributo abstracto es usado como criterio de clasificación (Vygotsky, 1973).

En el caso de Piaget, el desarrollo sigue un patrón similar. En un primer nivel, el niño construye colecciones gráficas que varían en organización y criterio (e.g. objetos complejos, alienaciones). Lo que es común a todas las colecciones gráficas es que los niños se concentran en la organización del todo particularmente en la estructura gráfica que los diferentes objetos representan y desatiende cualquier criterio de clasificación.

En la siguiente fase, el niño pasa a las colecciones no gráficas, en las cuales inicialmente los objetos se agrupan de acuerdo a sus características. Pero el criterio varía durante el proceso de clasificación. Finalmente, dentro de las colecciones no gráficas aparece una etapa en la que el niño puede clasificar consistentemente de acuerdo a uno o dos criterios dependiendo de su nivel de desarrollo (Piaget, 1977).

De especial relevancia para este estudio es la investigación sobre clasificaciones libres que surgió a partir de las teorías iniciales de Vygotsky y Piaget. Las tareas utilizadas por estos dos autores en alguna medida restringían las posibilidades de elección de los niños y podían dar una visión incompleta del proceso de clasificación que los niños utilizaban. Por ejemplo, aunque estructuralmente clasificar consistentemente por forma y clasificar por color pueden ser equivalentes, no era claro si existía en los niños una preferencia por alguno de los dos criterios.

La investigación muestra que el criterio predominante de clasificación es la forma cuando los niños seleccionan un solo criterio (Denney, 1972a) y la combinación de forma y tamaño cuando la clasificación se hace en múltiples dimensiones (Denney, 1972b; Levin & Libman, 1980). Sin embargo, si se les obliga a los niños a escoger un criterio preferirán forma a color y color a tamaño (Kagan & Lemkin, 1961).

Además, la investigación sobre clasificación de plantas al aire libre señala que los niños agrupan las plantas que encuentran en un jardín utilizando predominantemente combinaciones de atributos. Entre los atributos mencionados con mayor frecuencia están el tamaño de la planta, las partes que pueden ser identificadas a simple vista (e.g. Flores, frutas), la textura y el color (Askham, 1976). Eberbach y Crowley (2008) señalan que la habilidad de clasificar hace parte fundamental del quehacer del biólogo debido

principalmente a la recolección de información sobre nuevas especies, a través de la comparación.

La recolección de información se basa en observaciones particulares de alguna situación específica, llegando a conclusiones generales. Este tipo procesos cognitivos se conoce como inferencias inductivas. Gracias a la habilidad de inferir se amplían nuevos conocimientos a través de conclusiones que pueden ser posibles, pero no necesariamente correctas. Varios estudios señalan que las clasificaciones que se realizan sobre los seres vivos se dan a través de inferencia inductivas, en el cual las personas se basan en suposiciones y en argumentos incompletos a la hora de realizar clasificaciones sobre las especies (Barrett, 2004; Atran, 1998).

Barrett (2004) al respecto sugiere que los niños tienen en cuenta al menos dos tipos de relaciones al realizar inferencias inductivas en animales. La primera hace referencia a la filiación (nombrada también como categoría de descenso o taxonómica) y la segunda con relaciones ecológicas (o categorías de diseño). Las categorías de descenso se verían afectadas por la agrupación de ciertos rasgos en los organismos a lo largo de líneas de descendencia, como en el caso de las características comunes a todos los mamíferos. Mientras que la agrupación de ciertos rasgos bajo una función biológica como la depredación estarían formando parte de categorías de diseño.

Además Barrett (2004) señala que el proceso de selección natural se ha encargado de definir en la arquitectura cognitiva del ser humano la posibilidad de realizar inferencias inductivas. Estas tareas inductivas son fundamentalmente procesos de generalización ante situaciones de riesgos (depredación o envenenamiento), que evitarían un costo evolutivo. Así se esperaría que los niños realizaran clasificaciones teniendo en cuenta sólo las categorías de descenso y no las de diseño principalmente porque puede aún no existir un conocimiento funcional que les permita clasificar o manejar los conceptos necesarios para establecer este segundo tipo de categorías (Barrett, 2004).

En un estudio realizado por Barrett (2004) participaron 26 niños Shuar (Los Shuar son una tribu indígena de Ecuador y Perú) con edades entre los 5 y los 12 años ubicados en la cuenca amazónica del Ecuador. Estos niños se caracterizan por tener poca o ninguna instrucción sobre los principios de la biología. A pesar de esto se encontró que existe conocimiento intuitivo a la hora de clasificar lo que les permite a los niños realizar



inferencias basados en categorías intuitivas. Se halló además que la instrucción que dan los adultos mejora las generalizaciones sobre las categorías.

En el estudio de Barrett (2004) se mostraba a los niños una triada de animales originarios del sur de América, luego de que el experimentador proporcionaba su nombre taxonómico y su dieta. Después de esto, se realizaban preguntas a los niños sobre una función positiva (+) o negativa (-) de los animales de la triada. La función positiva (+) tenía que ver con una afirmación verdadera sobre la triada de los animales presentados y la función negativa (-) estaba relacionada con una afirmación poco relevante de los animales de la triada.

Por ejemplo, una función positiva era la buena visión nocturna y la función negativa tener 32 dientes. Lo que encontró el autor es que el grupo de niños era capaz de construir categorías de descenso y de diseño en sus razonamientos, aún sin que ellos contaran con la instrucción necesaria sobre principios en biología. Barrett (2004) sugiere que este tipo de razonamiento es posible gracias a ciertas funciones intuitivas que fueron adquiridas evolutivamente (como las relacionadas con la depredación) y que estarían relacionadas con la supervivencia.

Por otro lado, el autor señala que en este proceso intervienen también conocimientos aprendidos que se ven influenciados por las creencias y la cultura y que tienen influencia a la hora de escoger las características taxonómicas para realizar las clasificaciones. A estos conocimientos Barret (2004) los denomina micro conocimientos y equivaldrían a pequeñas islas de experticia sobre conceptos taxonómicos particulares.



### **3. Variabilidad**

La variabilidad es un concepto clave en áreas del conocimiento como la estadística y la biología que ha cobrado interés en la literatura reciente acerca del razonamiento científico. Existe una disposición general de los seres humanos para agrupar los objetos, los acontecimientos y las personas en categorías de acuerdo con ciertas similitudes. Sin embargo, también existe otra disposición que hace que las personas ignoren la variabilidad durante la construcción de categorías y tengan problemas estableciendo diferencias finas dentro de los grupos de objetos (Konold, Pollatsek & Well, 1997). Esta disposición puede estar en alguna medida relacionada con el esencialismo presente en las biología populares (Atran, 1998).

Petrosino et al. (2003) han mostrado que las prácticas colaborativas y el descubrimiento por sí mismo en ambientes informales permiten que los niños desarrollen estrategias para entender la variabilidad. Ellos muestran como a través del esquema conceptual de distribución los estudiantes de cuarto grado piensan el concepto de variabilidad. Este concepto está relacionado con tres características de la distribución: centro, extensión y simetría. El centro tiene que ver con indicadores de una medida verdadera, la extensión con el proceso de medida y su dispersión, y la simetría con la disposición regular de las medidas en relación a una central.

Los autores muestran como dichos conceptos y sus características surgen cuando los niños tienen la oportunidad de ver la variación entre las observaciones de un mismo fenómeno. Esto implica también que los niños se den cuenta de que los diferentes instrumentos de medida, métodos y formas en las que estaban construidos los objetos tienen una clara influencia en la variabilidad que se encontraba en las medidas.

Petrosino et al. (2003) encontraron que los estudiantes consideraban que los conceptos de centro y extensión no podían interpretarse de forma aislada y que los errores que se

cometían durante las mediciones se podían mejorar realizando algunos ajustes a los instrumentos y métodos de medida. Los niños aprendieron que sólo después de reflexiones cuidadosas sus supuestos podrían ser tomados por correctos. En alguna medida, el estudio muestra que la variabilidad era causada por la medición que realizaban los niños y por la dispersión natural de los fenómenos naturales.

Masnick y Klahr (2003) sugieren que en las experiencias del aula los niños tienen la posibilidad de decidir cómo dan cuenta de la variabilidad inesperada, si hay un error y en qué medida este afecta sus conclusiones. El estudio que realizaron Masnick y Klahr, (2003) contó con la participación de 29 niños de segundo grado y 20 niños de cuarto grado de una escuela primaria. Con el estudio se busca determinar medidas de tendencias relativas y absolutas, al deslizar por dos rampas bolas de diferente textura y tamaño. Las medidas absolutas están relacionadas con medidas a partir de un punto cero que correspondería al inicio del deslizamiento de la bola en la rampa y las medidas relativas estarían relacionadas con las interferencias que causan variabilidad en las medidas.

Los autores sugieren que la comprensión del error es un aspecto fundamental en el desarrollo de la ciencia empírica. Dentro del proceso de experimentación las etapas estarían relacionadas con el diseño o elección de las variables, la preparación física del experimento, la ejecución del experimento, la evaluación de los resultados y el análisis de las conclusiones. En cada uno de estas etapas se comenten errores como: (a) errores de diseño cuando no se cuenta con los conocimientos en dominios específicos y se establecen mal las variables; b) el error de medición relacionado con la calibración y el uso de los instrumentos, c) el error de ejecución cuando algo inesperado y no planeado en el diseño ocurre y d) la interpretación del error presente en la fase final.

De esta forma cuando se presenta un error en la situación experimental o existe variación en los resultados se levantan diferentes hipótesis de causa para explicar por qué se presentó determinada situación. Masnick y Klahr (2003) señalan que la comprensión que los niños establezcan sobre la causalidad es fundamental en todas las etapas de una situación experimental; ya que de esta forma el sujeto podrá establecer que impide o afecta la buena marcha de la experimentación.

Además, los autores señalan que de la organización correcta del experimento depende la trascendencia que se da a las conclusiones extraídas de los resultados y a la confiabilidad que se da los mismos. Para efectos de este estudio, el tipo de variabilidad más relevante dentro de las mencionadas por Masnick y Klahr (2003) es la que se produce por el error de medición. Los otros tipos de error mencionados por el autor se relacionan más con otras áreas de investigación dentro de la psicología del desarrollo como el aprendizaje del control de variables y el diseño de experimentos, pero no con la organización estadística en la variabilidad de rasgos.

Finalmente, hablar de variabilidad, como señala Leinhardt y Larreamendy (2007), implica observar cómo la gente maneja y entiende conceptos como desviación estándar, error, distribución y resolución de la medición. Leinhardt y Larreamendy (2007) establecen dos tipos de variabilidad: la variabilidad relacionada con el error de medida y la variabilidad como una característica inherente a los datos. En el primer caso, ellos utilizan una noción parecida a la idea de Masnick y Klahr (2003) y Petrosino et al. (2003) que refiere error que se produce por los instrumentos y que puede ser descrito a partir de modelos formales de probabilidad.

En el segundo caso, ellos adoptan la idea de Petrosino et al. (2003) que señala que en todo fenómeno natural incluyendo las categorías taxonómicas existe una variabilidad en los objetos estudiados. Esta variabilidad no es un error, sino una parte fundamental del fenómeno de estudio. En otras palabras, la variabilidad no es necesariamente un error en la medición o en el diseño de las etapas experimentales, sino que es el resultado de los datos que se alejan de las regularidades. Para el estudio que se adelanta, la variabilidad del objeto investigado es un concepto fundamental, ya que lo que se intenta ver, en alguna medida, es como las personas manejan la variabilidad inherente a las categorías taxonómicas para crear grupos de plantas y atributos que den cuenta a la vez de la regularidad y la diferencia en el mundo vegetal.



## 4. Aprendizaje Colaborativo

Esta investigación además utiliza los conceptos expuestos por Vigotsky (1978) en relación con el aprendizaje colaborativo, ya que el estudio explora la forma como los niños se comportan en un ambiente informal del Herbario, y relaciona los cambios cognitivos que se dan en la interacción con pares y con los expertos (biólogos), además de con el investigador. Para el abordaje teórico se parte de la importancia que tiene el desarrollo social en la construcción de conocimiento. Se ha demostrado que la comunicación entre pares, con docentes o adultos ha permitido a los niños adquirir habilidades y conocimientos gracias a la interacción social. Según Piaget (1985), los conocimientos aumentan luego de la interacción entre pares, debido a la falta de control que se puede dar cuando el juego es dirigido por un adulto. De igual forma autores como Bell, Grossen y Perret-Clermont (1985) concluyeron que en las tareas de conservación formuladas por Piaget, los niños obtenían mejores resultados cuando trabajan en grupo que cuando lo hacían solos. Sullivan (1998) sugiere que la clave de estas interacciones se da gracias a la comunicación verbal que tiene lugar en las actividades y en donde se presenta un claro cambio en las cogniciones de los participantes.

Vygotsky (1978) al respecto señala que el cambio en las cogniciones y en las estructuras se da en la interacción con los demás, lo que permite que en las actividades diarias el niño este construyendo diferentes aprendizajes. Con la introducción de la teoría de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), Vygotsky establece que el desarrollo intelectual de un niño depende de lo que este es capaz de hacer por sí mismo (nivel de desarrollo efectivo) y lo que es capaz de hacer con ayuda de un adulto o tutor (nivel de desarrollo potencial), de esta forma se garantiza la adquisición de nuevos aprendizajes. Asimismo Vygotsky señala que luego de que el niño aprende conceptos generales y principios es capaz de aplicarlos a nuevas tareas cognitivas que se le presentan a diario, a través del uso de medios semióticos (Vygotsky, 1981). En la actualidad el aumento de estos medios y su acceso genera mayor rapidez en la adquisición de la información y herramientas para

resolver problemas. Finalmente como señala Sullivan (1998) retomando los postulados de Vygotsky, (1981) existen cuatro aspectos esenciales en el desarrollo del aprendizaje; el primero el desarrollo filogenético que hace referencia al uso de herramientas por parte de los humanos y la adquisición de signos y símbolos en el lenguaje, el segundo nivel el cultural que relaciona las prácticas exclusivas de cada grupo y su reproducción; permitiendo conocer su comportamiento a través del estudio de sus creencias, costumbres. El tercero el nivel ontogénico que parte de las características individuales de cada persona, su temperamento, aptitudes y actitudes y finalmente el cuarto nivel el micro genético que hace referencia a la interacción entre el individuo y su entorno y tiene en cuenta las relaciones interpersonales. Este nivel es para Vygotsky el eje fundamental del desarrollo del aprendizaje y hace parte de la perspectiva sociocultural, que ve que el desarrollo del niño tiene lugar en el contexto social y está en constante cambio.







## 5. Identidad y Experiencias Informales

Adicionalmente, al desarrollo de categorías y formas de clasificación en biología, esta investigación explora el efecto que una intervención educativa en ambientes informales tiene sobre el gusto y la preferencia por la biología. Dado que la investigación es un experimento de diseño (*design experiment*) en el que se construye y evalúa una experiencia de aprendizaje en ambientes informales, se espera que los participantes cambien no sólo en aspectos cognitivos (e.g., la estructura de categorías en biología), sino en aspectos relacionados con la motivación y el gusto hacia una área de desempeño, en este caso la biología. La literatura señala que el aprendizaje en contextos escolares trasciende el cambio conceptual y el desarrollo cognitivo (Greeno, et al., 1986). Dentro y fuera de la escuela, los niños desarrollan identidades y roles asociados a las disciplinas y prácticas escolares (Boaler, 2002). Por ejemplo, la investigación muestra que niños expuestos a prácticas escolares tradicionales desarrollan identidades como consumidores y no como productores de conocimiento (Boaler, 1998). La investigación también señala que la exposición recurrente a interacciones con pares en situaciones que implican la resolución de problemas dentro de contextos disciplinares contribuye a la modificación de las identidades y epistemologías que sostienen los niños. Cuando los niños se exponen a estas situaciones, ellos entienden que pueden tener un rol activo en la construcción de conocimiento y asumen una disposición epistemológica en la cual el conocimiento es construido y no absoluto.

La intervención educativa que se utiliza en esta investigación tiene una dimensión temporal muy corta. En este sentido, es difícil proponer que la intervención va a producir cambios profundos en las identidades de los niños o en sus epistemologías. Sin embargo, la experiencia informal de este estudio puede contribuir a que los niños adquieran elementos a partir de los cuales pueden desarrollar una identidad disciplinar. Experiencias informales, como las visitas a museos, generan conexiones personales con los objetos y contenidos presentes en estos (Leinhardt, Tittle & Knutson, 2002). Por

ejemplo, algunos visitantes se identifican con personajes históricos cuyas vidas son descritas en museos. A lo largo de visitas repetidas a museos, estos elementos transforman la experiencia de los visitantes y modifican su relación con los contenidos en formas que pueden ser consideradas transiciones identitarias ya que hacen que los visitantes empiecen a considerar ciertos contenidos como fundamentales para ellos como personas (Leinhardt, & Gregg, 2002). Dada la duración del estudio, es muy difícil observar cambios en la identidad de los participantes, ya que estos cambios requieren procesos sostenidos de cambio pedagógico y experiencia personal. Sin embargo, se aspira a poder observar la aparición de gustos y preferencias en relación con la biología. Estos gustos y preferencias no garantizan el surgimiento de identidades disciplinares positivas, pero si son prerequisites para que estas identidades surjan.

Adicionalmente, la literatura muestra que el surgimiento de identidades depende de las opciones disponibles en el ambiente a las cuales se desarrollan los niños (Coté & Levine, 2002). Por ejemplo, la baja presencia de modelos de rol en profesiones científicas para niños pertenecientes a minorías explica, en alguna medida, porque los niños de estos grupos no toman decisiones profesionales y de proyecto de vida, asociadas a dichas áreas (Lockwood & Kunda, 1997). En el mismo sentido, la literatura reciente en enseñanza de la ciencia resalta la importancia de exponer a los niños a actividades que se asemejen a actividades de investigación científica auténtica, ya que estas actividades permiten que las personas construyan una imagen realista y positiva de lo que la actividad científica implica (Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004). La experiencia de este estudio puede ampliar las opciones disponibles para los niños al exponerlos a experiencias asociadas con la biología, y proveerlos de conocimiento sobre la profesión de los biólogos y la investigación en biología. Estos elementos, si bien no garantizan una identidad asociada a la disciplina, si aumentan el espectro de mundos posibles asociados a ésta de los que los niños puede escoger. En ese sentido esta experiencia puede no mostrar cambios identitarios pero si puede aspirar a determinar mayor gusto por el dominio, y mayor conocimiento sobre lo que la biología como profesión implica, ambos prerequisites para el desarrollo de identidades.

Una vez terminada la revisión teórica surgen algunas preguntas que se pretenden responder con el estudio así: ¿Es posible que ciertos criterios de clasificación sean usados recurrentemente por los niños para clasificar las plantas, sin que necesariamente esos criterios tengan una correspondencia adecuada con los criterios usados por los

---

expertos en biología? Por ejemplo, los niños pueden fijarse excesivamente en la forma de las hojas a la hora de clasificar plantas como pertenecientes a un tipo de planta común, descartando criterios de clasificación más complejos. ¿Es posible también que los niños adscriban funciones a ciertas partes de las plantas que no son adecuadas científicamente, o que ellos determinen el crecimiento y la similitud de ciertos grupos de planta con criterios no expertos? ¿Son estas tendencias resistentes al cambio debido a la resistencia al cambio de las biología populares? Finalmente, se espera establecer ¿Cómo favorece el contacto con el ambiente del Herbario el gusto de los niños hacia el dominio disciplinar de la biología y el entendimiento del quehacer del biólogo?.



## **6. Método**

### **6.1 Diseño Metodológico**

El siguiente estudio se posiciona epistemológicamente en la frontera de la psicología cognitiva y de la perspectiva situada. Utiliza un enfoque descriptivo de métodos mixtos (Cualitativo – Cuantitativo), que combina la observación de campo con codificaciones numéricas. Se observa como una experiencia de aprendizaje que se desarrolla en el Herbario tiene efecto sobre los procesos de clasificación en un grupo de estudiantes de cuarto grado, en relación con el dominio disciplinar de la biología.

El propósito del método utilizado en este estudio es evaluar el cambio en las formas de clasificación en los niños y en sus preferencias personales alrededor del dominio de la biología. Se realiza una observación previa a la intervención y una nueva observación al final para determinar si se presenta algún tipo de cambio luego de la visita ambiente informal de aprendizaje. El uso de métodos mixtos ofrece la posibilidad de hacer una evaluación cuantitativa del cambio producido por la experiencia en el ambiente informal, al mismo tiempo que permite observar cualitativamente los cambios que se producen en el razonamiento alrededor de categorías taxonómicas y en el conocimiento y gusto hacia el dominio. De esta forma, el método permite evaluar afirmaciones (postulados) verificables a la vez que brinda un análisis más detallado del desempeño de los sujetos, tanto en el ámbito cuantitativo como cualitativo. La observación en ambientes naturales aporta evidencia sobre la forma en que las personas aprenden en contextos no controlados por la intervención directa de un docente. En este tipo de ambientes los estudiantes producen patrones de discurso alternativos a los que son permitidos en el aula de clase (Greeno et al., 1986).

Con las codificaciones numéricas se busca evaluar las tendencias de clasificación, los efectos del contacto con el mundo natural y el manejo de la variabilidad de los niños luego de la experiencia. A pesar de la corta duración del estudio la experiencia permite a

los niños interactuar con ambientes físicos y biológicos y así poder establecer la relación entre sus acciones y la manipulación del mundo natural. Lo cual puede generar en el largo plazo, si se repiten experiencias como ésta, preferencias y gustos hacia la biología que puedan dar lugar al surgimiento de identidades positivas.

## 6.2 Participantes

El tipo de muestreo para seleccionar la muestra fue un criterio de conveniencia, determinado por la facilidad de acceso proporcionado por la institución educativa elegida. La edad de los niños se seleccionó teniendo en cuenta que diversas teorías asumen este periodo del desarrollo (entre los 9 y 10 años) como crítico a la hora de formar habilidades de clasificación. Según la teoría Piagetiana, en esta edad los niños se encuentran en la transición a formas de clasificación avanzadas en el sentido que están desarrollando la inclusión de clase y la elaboración de estructuras conceptuales formales (Piaget, 1967). Además, en estudios realizados por Petrosino, et al. (2003) se ha trabajado con niños de cuarto grado en tareas que implican reconocer la importancia de la variabilidad en la interpretación de los resultados de una investigación.

La muestra fue conformada por 32 niños que se encuentran cursando cuarto grado de primaria del Colegio de Boyacá, sede San Agustín, jornada de la mañana. El tamaño de la muestra se selecciona de forma intencional gracias a la disponibilidad del colegio. Este colegio se localiza en el área urbana de la Ciudad de Tunja. Los niños participantes oscilaron entre los 9 y 10 años de edad y pertenecen a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. A los participantes se les informa del estudio y a los padres de los niños se envía un consentimiento informado donde se les da a conocer el objetivo del estudio, se le informa que se realizarán grabaciones de las ejecuciones de los niños las cuales no serán publicadas y se realizará una salida al Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Ver Apéndice A).

## 6.3 Instrumentos

Con el objetivo de recolectar los datos del estudio se diseñaron para la investigación los siguientes instrumentos, que no fueron piloteados antes de la aplicación. Los



instrumentos se diseñaron buscando evaluar ciertas dimensiones que en la construcción del marco teórico habían aparecido como relevantes para un estudio de este tipo. Entre estas dimensiones se incluyen las tendencias y criterios de clasificación, las preferencias personales en relación con el dominio de conocimiento en cuestión, y la conciencia ecológica y el disfrute del contacto con el mundo natural.

### **6.3.1 Entrevista**

La entrevista aplicada a los niños se divide en tres secciones. En la primera sección se encuentran las preguntas de relación con el dominio disciplinar, en la segunda las preguntas de variabilidad y nivel de agrupación y en la tercera sección las preguntas sobre la relación con el mundo natural (biologías populares).

Las preguntas de relación con el dominio disciplinar interrogan al niño sobre las nociones que tienen sobre lo que es ser un biólogo y sobre las actividades que este realiza. Las preguntas de variabilidad averiguan que clase de plantas conoce el niño y como sabe que una planta es igual a otra. La tercera sección indaga el conocimiento de los niños sobre las partes de las plantas, su utilidad y sus ideas frente a si las plantas sienten, piensan y se alimentan. (Ver Apéndice B).

### **6.3.2 Tarea de Apareamiento V.C.**

La tarea de apareamiento taxonómico V.C. está conformada por 33 fichas con hojas secas de tres diferentes tamaños (grande, mediano, pequeño) para cada tipo de planta. Las hojas son de plantas de durazno, mora, tomate de árbol, uva, maracuyá, breva, feijoa, manzana, pera, pino, y eucalipto (Ver Tabla 1). Mientras los niños realizan esta tarea, se les pide que piensen en voz alta y hagan explícitas las razones por las que están agrupando las plantas. Es importante señalar que tareas de apareamiento taxonómico son comunes en los estudios de desarrollo y experticia en dominios específicos (e.g., Chi et al, 1981) (Ver Apéndice C).

**Tabla 1:** Clasificación Taxonómica de las Especies Utilizadas

Nombre	Eucalipto	Feijoa	Mora	Uva	Maracuyá	Manzana	Durazno	Pera	Breva	Tomate de árbol	Pino
Nombre Científico	Eucalyptus melliodora	Acca sellowiana	Rubus glaucus	Vitis vinífera	Passiflora edulis	Malus domestica	Prunus pérsica	Pyrus communis L.	Ficus carica	Solanum betaceum	Pinus canariensis
División	Magnoliophyta	Angiospermae	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Angiospermae	Pinophyta
Clase	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Dicotyledoneae / Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Pinopsida
Orden	Myrtales	Myrtales	Rosales	Vitales	Violales	Rosales	Rosales	Rosales	Rosales	Solanales	Pinales
Familia	Myrtaceae	Myrtaceae	Moraceae	Vitaceae	Passifloraceae	Rosaceae	Rosaceae	Rosaceae	Moraceae	Solanales	Pinaceae
Genero	Eucalyptus	Acca	Morus	Vitis	Passiflora	Malus	Prunus	Pyrus	Ficus	Solanum	Pinus
Especie	Eucalyptus ton	A. sellowiana		Delless variedas	P. edulis	M. domestica	P. pérsica		F. carica	Solanum betaceum	P. canariensis

NOTA: Fuente Davidse, Chiang, Ugarte, 1994.

### 6.3.3 Guía de Intervención

Inicialmente, se pide a los niños que realicen una clasificación libre de las plantas presentes en el herbario. Después se les solicita a los niños que clasifiquen las hojas correspondientes de acuerdo a la guía de clasificación de hojas (Apéndice E). Ya que la tarea es de tipo colaborativo, se les pide a los niños que realicen esta actividad en grupos y discutan sus respuestas. Las discusiones son video-grabadas y analizadas dentro del estudio. El resultado final de la tarea es una tabla donde se encuentra el nombre de la planta estudiada, el tipo de hoja, su dibujo y su clasificación taxonómica. (Apéndice D).

## 6.4 Procedimiento

La recolección de datos para el estudio se desarrolla en el Colegio de Boyacá. De esta forma la entrevista y tarea de apareamiento se aplica al total de la muestra (32 niños) en un intervalo de tres días (Ver Tabla 2). Antes de la aplicación se inicia un diálogo entre el niño y el investigador sobre la tarea que va a resolver, con el fin de aumentar el rapport y facilitar la entrada al grupo participante.

En el cuarto día de recolección de datos se desarrolla un taller sobre las partes de la planta (Apéndice F). Este taller se realiza por el investigador y cuenta con la supervisión y asesoría de la docente de ciencias naturales del colegio de los niños. Para las grabaciones realizadas de los diferentes momentos del estudio se da entrenamiento a un observador externo que no interviene en la investigación. Los niños y sus padres son informados mediante consentimiento de las grabaciones y actividades que se desarrollan. En el taller se instruye a los niños sobre las partes de las plantas, sus funciones y las categorías en que se clasifican.

La actividad del quinto día se realiza en la visita guiada al herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Durante la visita se realiza grabaciones en video de los desempeños de los niños. Las actividades de los niños se organizan alrededor de una guía de trabajo (diseñada para el estudio, ver Apéndice D) y de la interacción directa con los biólogos. Así los niños buscan grupos de plantas para incluir en una tarea de agrupamiento de hojas. Finalmente la intervención concluye los días 6 y 7, con la aplicación de la entrevista inicial y la tarea de apareamiento taxonómico V.C.

**Tabla 2:** Fases de la investigación

Día	Actividad
1, 2 y 3	Entrevista
	Tarea de apareamiento VC
4	Taller en el salón de clase
5	Visita al Herbario
6 y 7	Entrevista
	Tarea de apareamiento VC

## 6.5 Técnicas de Análisis de Datos

Atendiendo al enfoque descriptivo de métodos mixtos (Cualitativo – Cuantitativo) de la investigación el análisis de los datos combina codificaciones numéricas con informes descriptivo-narrativo. Una vez recolectados los datos se inicia el análisis de las verbalizaciones de los niños en la entrevista y tarea de apareamiento V.C. Las respuestas son transcritas a una matriz de Microsoft Excel y organizadas en tablas, para luego ser analizadas por el programa estadístico SPSS. El tratamiento estadístico de los datos se realiza a través de una prueba de McNemar's para establecer la diferencia entre dos tratamientos correlacionados. La prueba McNemar's es aplicable para diseños antes y después, se utiliza para los datos en escala nominal ordinal y para comprobar la efectividad de un tratamiento en particular. Debido a que los procedimientos de la prueba McNemar's se distribuyen igual que la Chi Cuadrada, los estadísticos calculados se simbolizan como una Chi Cuadrada ( $\chi^2$ ).

Para la presentación de los resultados se utilizan tablas de contingencia de 2x2 y de dos entradas de frecuencia, para cada niño y niña de la muestra e histogramas. En el caso del estudio se presentan los resultados de la entrevista y la tarea de apareamiento aplicadas antes y después del taller y de la visita al Herbario. De igual forma se realiza una descripción de los hallazgos más relevantes del taller y de la visita al Herbario, a través de un informe descriptivo-narrativo. Finalmente se establece un punto de contraste entre la entrevista a un biólogo y la administrada a los niños en el estudio. (Para la entrevista del biólogo ver Apéndice G).

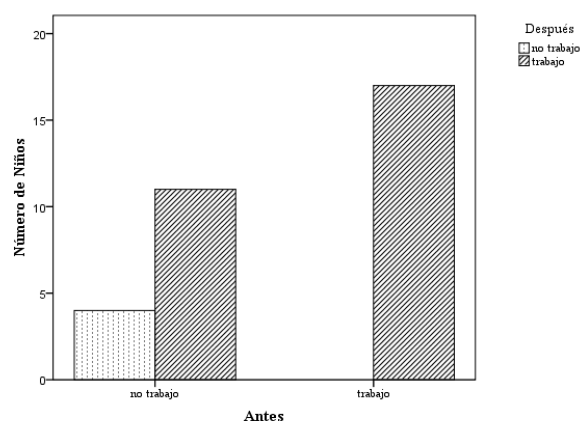
## **7.Resultados**

En este apartado se presentan los resultados de la investigación teniendo en cuenta el análisis descriptivo y correlacional de acuerdo a los objetivos planteados en el estudio. Los análisis se organizan de la siguiente manera: Primero se presentan las respuestas que evidencian cambios causados por la intervención; cambios que impactaron factores actitudinales y otros aspectos relacionados con la concepción de la biología y el interés de los niños en esta área. Segundo, se presentan aspectos que no mostraron cambios significativos. Estos aspectos se concentran en concepciones erradas [misconcepciones] de los procesos biológicos que probablemente están relacionados con biología populares, arraigadas en la experiencia cotidiana. Aunque a un nivel educativo la ausencia de efecto señala las limitaciones de la intervención aquí utilizada, a un nivel psicológico, los resultados planteados sirven para ampliar la literatura en misconcepciones y biología populares. Finalmente se presentan los hallazgos más representativos como anexos de la experiencia del taller, la visita al Herbario, y un paralelo entre la entrevista realizada a los niños y a un biólogo experto.

### **7.1 Cambios significativos en las concepciones de la biología y el gusto hacia esta**

La intervención utilizada produjo cambios significativos en el entendimiento que los niños tienen de la profesión y el quehacer de los biólogos. Al comparar las respuestas dadas a las preguntas de la entrevista antes y después de la intervención (e.g., Taller y Visita al Herbario), se logra establecer algunos efectos en el gusto de los niños hacia la biología. En las preguntas de relación con el dominio disciplinar se observa un mayor interés de los niños hacia la profesión del biólogo, aumento en el conocimiento sobre las tareas que realizan y gusto por la profesión. Para la presentación de los resultados, así como para la codificación de los datos, las respuestas de cada niño fueron asignadas con un número, así se presentan para las respuestas a la entrevista.

**Figura 1.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Dónde trabajan los biólogos? antes y después del taller y de la visita al Herbario (no trabajo=R. No Completa, trabajo= R. Completa).



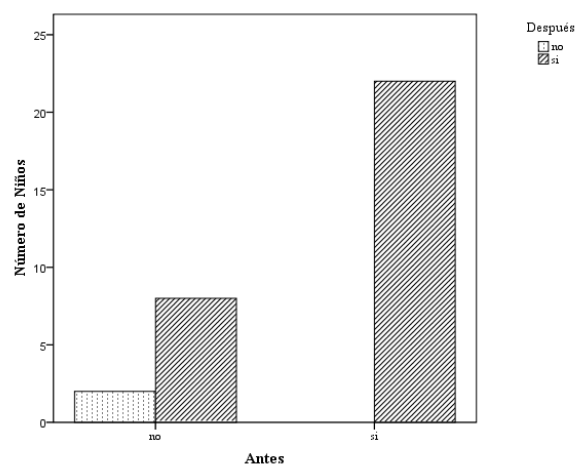
Frente a la pregunta ¿Dónde trabajan los biólogos?, se encontró que después del taller y de la visita al Herbario se presentaron cambios significativos ( $X^2=.001$   $p<.05$ ) en las respuestas que dan los niños (Ver Tabla 3). Así, 56% de los niños con respuestas completas en la entrevista inicial aumentan a 87% luego de la intervención (Ver Figura 1). Luego de la visita las respuestas de los niños incluyen términos más cercanos al dominio disciplinar de la biología como herbario, laboratorio y trabajo de campo. Este tipo de términos advierten que el ambiente informal del Herbario favorece la adquisición de nuevos aprendizajes, da libertad a los niños para observar nuevos objetos y aclarar dudas. Además los niños son capaces de establecer que en diferentes ambientes como el Herbario, los laboratorios o en el campo, los biólogos se encargan de preservar las plantas.

**Tabla 3:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Dónde trabajan los biólogos?

		Después		Total
		No Completas	Completas	
Antes	No Completas	4	11	15
	Completas	0	17	17
Total		4	28	32

Luego al preguntarle a los niños sobre la idea de ser un biólogo como profesional, se encontró que hubo cambios significativos debido a la intervención ( $X^2=.008$   $p<.05$ ) (Ver Figura 2). Como se observa en la Tabla 4 aumentó en el gusto por ser un biólogo luego de la visita, lo que puede indicar que los aprendizajes vivenciales y ambientes colaborativos incide en los gustos de los niños. En otras palabras, se observó que los aprendizajes en ambientes colaborativos promueven el interés de los niños en las plantas gracias a la interacción con material autentico, a su manipulación e interacción con los biólogos.

**Figura 2.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Te gustaría ser un biólogo? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



En las actividades del taller y del Herbario se presenta un cambio en las cogniciones de los niños que conocen las tareas que realiza el biólogo y favorecen su gusto hacia la profesión. En el caso particular de este estudio, este cambio respalda la idea de que experiencias pedagógicas alternativas tienen resultados a las prácticas pedagógicas tradicionales al momento de motivar a los niños por el estudio de áreas de conocimiento científico.

**Tabla 4:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Te gustaría ser un biólogo?

		Después		Total
		No	Si	
Antes	No	2	8	10
	Si	0	22	22
Total		2	30	32

## 7.2 La resistencia al cambio en las tendencias de clasificación y las biologías populares

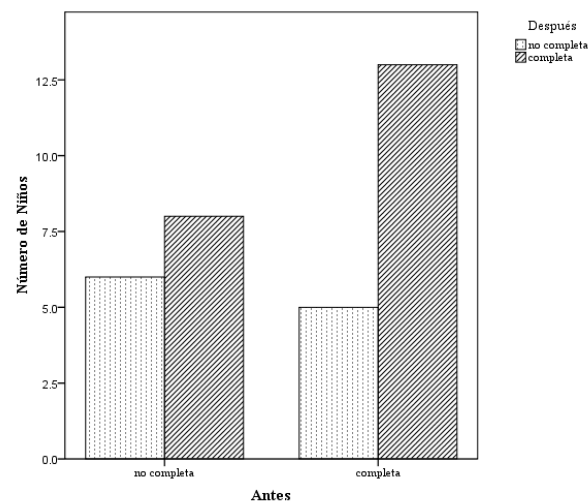
A continuación se presentan una serie de resultados que indican que la intervención realizada en este estudio no produjo los cambios esperados con relación al entendimiento de la biología, las tendencias de clasificación y el manejo de la variabilidad en el grupo de niños. Las preguntas en que no hubo cambio y que son indicadoras de estas biologías populares fueron clasificadas en diferentes grupos que se describen a continuación.

### 7.2.1 Tendencias cotidianas y biologías populares en el dominio

En la pregunta ¿Qué es ser un biólogo?, luego de la visita al Herbario se presenta un aumento entre los niños que dan explicaciones completas (Ver Figura 3). Se pasa de 44% de niños que dieron explicaciones completas sobre el oficio de ser un biólogo en la primera aplicación de la entrevista a 66% en la segunda aplicación ( $\chi^2=.581$   $p>.05$ ) (Ver Tabla 5). La niña número 31, responde en la entrevista inicial que los biólogos son “los que encuentran más plantas” y luego de la visita responde; “un biólogo es que exploran las plantas, encuentran plantas y les ponen nombres”.



**Figura 3.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Qué es ser un biólogo? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



De otro lado las respuestas no completas que dan los niños asignan al biólogo tareas de cuidado de las plantas y en algunos casos de los animales, sin pasar a categorías especializadas sobre el rol del biólogo. Es importante señalar que este tipo de respuestas no se alejan de ciertas tareas que pueden llegar a realizar los biólogos en su profesión y que favorecen la creación de islas de experticia sobre la biología.

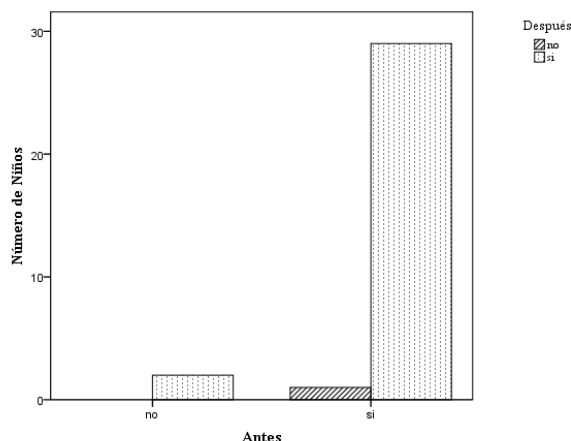
**Tabla 5:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Qué es ser un biólogo?

		Después		Total
		no completa	Completa	
Antes	no completa	6	8	14
	Completa	5	13	18
Total		11	21	32

Al preguntar a los niños por el gusto hacia las plantas se encontró que no se presentaron cambios significativos ( $X^2=1.00$   $p>.05$ ) (Ver Tabla 6), la forma de respuesta se mantiene (Ver Figura 4). Lo que puede estar influenciado por las tareas familiares de jardinería que realizan y que se hicieron evidentes en la pregunta, ¿Qué haces para cuidarlas? Lo que estos datos indican en conjunto con la pregunta sobre si les gustaría ser biólogo es que la experiencia del herbario ayuda a la concepción de la profesión, mucho más que la

preferencia hacia las plantas en sí. Es importante notar que los valores positivos iniciales a esta pregunta fueron muy altos, y que por lo tanto era difícil lograr ganancias significativas.

**Figura 4.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿A ti te gustan las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



**Tabla 6:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿A ti te gustan las plantas?

		Después		Total
		No	Si	
Antes	No	0	2	2
	Si	1	29	30
Total		1	31	32

### 7.2.2 Tendencias cotidianas y biología populares en la clasificación.

Dentro del estudio se esperaba que los niños adquirieran mecanismos más complejos de clasificación asociados al taller y la visita al Herbario. Sin embargo, los resultados muestran que estas tendencias son altamente resistentes al cambio. En primer lugar los estudiantes usan como criterio de clasificación la forma. En segundo lugar los niños clasifican forma y tamaño.

- Criterios de Clasificación en la Tarea de Apareamiento.

Los resultados muestran que los criterios de clasificación utilizados por los niños en la tarea de apareamiento V.C, antes y después del taller y de la visita al Herbario no varían. Casi todos los niños utilizan la forma de la hoja como criterio de clasificación 91% de los niños al iniciar y 84% de los niños después, (Ver Figura 5.). Esto indica que la intervención no modifica las respuestas de los niños en este nivel.

El siguiente ejemplo muestra algunas respuestas asociadas a las biología populares, el niño 21 responde al clasificar las plantas de mora de tamaño grande y mediano, “porque ambos tienen como espinitas”, al referirse a una característica particular de las hojas aserradas. En este caso, el niño no realiza un razonamiento taxonómico complejo sino que agrupa de acuerdo a rasgos superficiales. Dentro de la tarea de apareamiento V.C los niños también tienen en cuenta otro tipo de criterios de clasificación dentro de los que están; las nociones de cuidado, por las partes de las plantas, por experiencias cotidianas, por rasgos complejos y en algunos casos por efecto de la intervención.

En la clasificación por nociones de cuidado, las verbalizaciones que realizan los niños denotan conceptos de biología populares. Un ejemplo de este tipo de respuesta es cuando el niño 17 responde al clasificar la hoja de pino de tamaño mediano y pequeño “porque a esta la alimentan más que a esta”. Básicamente el niño no entiende los procesos de desarrollo ontogenéticos dentro de las plantas y considera que la diferencia de tamaño tiene que ver con el cuidado que han recibido. Este tipo de tendencias de respuesta se presentó en una fracción significativa de la muestra.

Con respecto a la clasificación teniendo en cuenta las partes de las plantas un ejemplo de este tipo de respuestas son cuando la niña 18 responde que el Pino, la Mora, el Durazno, la Uva, la Pera y la Breva, “son del mismo tallo” mientras que el Eucalipto y el Tomate de árbol, “nació de otro tallo y son diferentes”. De igual forma la niña 23 identifica los criterios de clasificación por características superficiales de las hojas y atribuye a las hojas similares que vienen del mismo tallo. En esta categoría los niños establecen una estrecha relación entre el tallo y el origen taxonómico de las plantas que son similares. Incluso la niña 23 admite que la similitud de los tallos en las hojas les permite identificar los cuidados que las plantas necesitan.

Dentro de las clasificaciones se evidencia que los niños reconocen algunas plantas nativas de la región como el eucalipto, la feijoa y el pino. Se puede inferir que estos

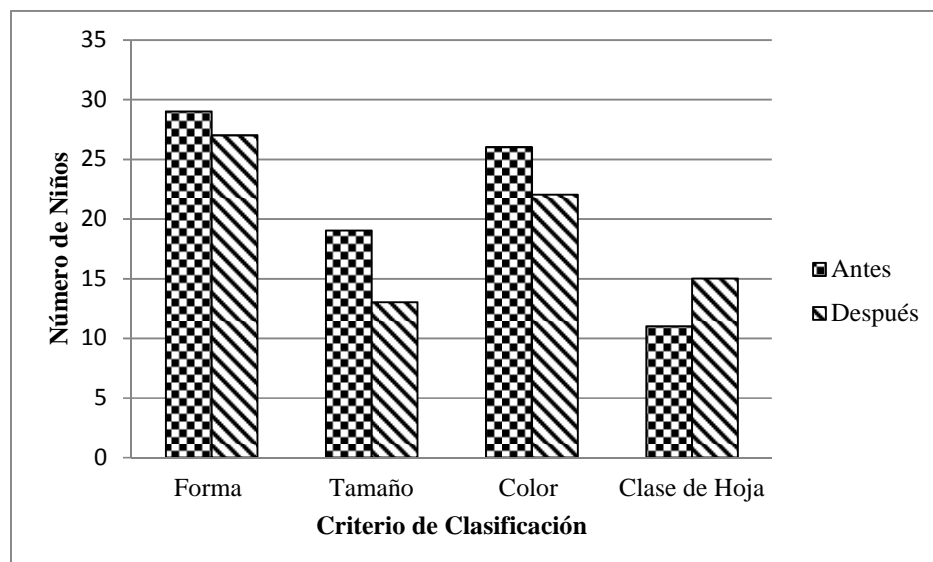
conocimientos se han formado en los niños de la relación con las plantas en su experiencia cotidiana. De igual forma aunque los niños no logran establecer clasificaciones taxonómicas como harían los expertos, ellos sí identifican el Eucalipto y la Feijoa dentro de la misma familia por similitudes entre las hojas (Estas dos plantas pertenecen a la familia de las Myrtaceae).

Aunque los criterios de clasificación a nivel conceptual que utilizan los niños son manejados por características superficiales de la hoja, existen niños que introducen términos que aluden criterios de clasificación y agrupación más especializados. Un ejemplo de este tipo de respuestas es cuando la niña 11 responde al agrupar la hoja de Eucalipto de tamaño pequeño y la hoja de feijoa de tamaño grande, “estas porque son de la misma especie pero no del mismo tamaño igual que las otras”.

Es importante notar, adicionalmente, el aumento en los niños que utilizan el tipo de hoja como criterio de clasificación. Este es claramente un efecto del entrenamiento llevado a cabo durante los talleres en el que se enfatizó en el tipo de hoja como parte de los criterios desde los que se construye una clasificación taxonómica. Un ejemplo de este tipo de respuestas es cuando, la niña 11 explica su selección en una forma que permite ver cómo la niña usa el tipo de hoja (e.g., lobulada) como una herramienta de clasificación.

“porque las dos tienen dientes, pero son chiquitas y son del mismo color y se ven que son de la misma especie (refiriéndose a dos hojas de mora de tamaño grande y mediano). Estas dos porque me parece que son lobuladas (Refiriéndose a dos hojas de brevo de tamaño grande y mediano)”.

**Figura 5.** Diagrama de barras de los criterios de apareamiento de la tarea V.C antes y después del taller y la visita al Herbario.

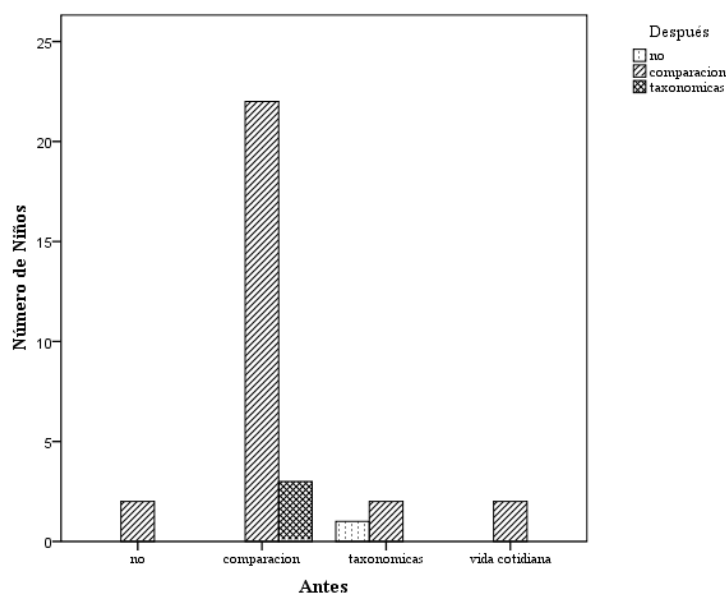


Finalmente se observa que en niñas de 10 años se introduce la textura como un nuevo criterio de clasificación (niña 16 y niña 28). Los biólogos señalan que aunque la textura no es una característica que permite agrupar un mayor número de plantas, como la posición de los ovarios o la nerviación de las hojas, la textura se convierte en algunas especies en un carácter diagnóstico que las identifica de otras (ej., la planta de frailejón), (Ref, Entrevista Biólogo). Así la observación realizada por las dos niñas establece nuevas características físicas tenidas en cuenta a la hora de realizar las diferentes clasificaciones. Es importante señalar que en este tipo de tarea la habilidad de clasificar facilita la recolección de información en los niños y crea un acercamiento directo al quehacer del biólogo quien utiliza la comparación para establecer nuevas especies.

De otro lado dentro de los resultados también se encontró que en la pregunta donde se interrogaba a los niños por el concepto de variabilidad en las plantas se encontró resistencia al cambio (Ver Tabla 7). Al interrogar a los niños sobre, ¿Cómo sabes que una planta es igual a otra? Las respuestas de los niños fueron organizadas en tres categorías para comprender mejor las explicaciones utilizadas; estrategias de comparación, por nociones de categorías taxonómicas y explicaciones de la vida cotidiana (Ver Figura 6). En las respuestas se observa un aumento en el uso de estrategias de comparación. Las explicaciones que tienen que ver con comparaciones

están centradas en descubrir relaciones entre las partes de las plantas y algunas características como color y tamaño. Ejemplos de respuestas de comparación es cuando el niño 23 responde “porque tienen igual raíz la misma hoja y la grande que es y por el tallo” y el niño 27 refiere “uno las mira uno las observa y si nota algo y el mismo color”. Es importante señalar que aunque las explicaciones que dan los niños tengan en cuenta rasgos superficiales de las hojas, se empiezan a presentar nociones de estrategias de comparación necesarias para realizar clasificaciones por rasgos profundos en dominios disciplinares como el de la biología. Por otro lado, las explicaciones con categorías taxonómicas muestran que algunos niños usan las categorías que les permiten a los taxónomos realizar clasificaciones, con características incluidas en las claves taxonómicas como por ejemplo si son plantas con flor o sin flor, o la posición de los ovarios y los estambres. Ejemplos de este tipo de respuestas es cuando el niño 4 responde “porque son de la misma especie, porque se ven que son iguales” “porque hay unas que tienen semillas y otras no”. La niña 28 responde “por el mismo color por el mismo número de pétalos y por la misma especie de hoja” y el niño 32 responde “diferenciándolas en los pétalos y el color”.

**Figura 6.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Cómo sabes que una planta es igual a otra? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



Finalmente las explicaciones de categorías de la vida cotidiana tienen en cuenta razonamientos comunes que se establecen de las experiencias directas de los niños y no tienen en cuenta algún tipo de rigor. Ejemplos de este tipo de respuestas es cuando el niño 19 responde “cuando se siembran en la misma tierra” y cuando el niño 24 responde “porque casi todas tienen la misma función”.

Para poder conocer como una planta es igual a otra, es necesario coordinar diferentes conocimientos sobre el dominio disciplinar de la biología, atendiendo a los caracteres diagnósticos de la planta y al uso de una clave de identificación taxonómica. Lo que supone que los niños no atienden a la variabilidad en la tarea de clasificación, sino que resuelven la tarea teniendo en cuenta la formación de categorías sobre los atributos de las hojas. Aún después de la intervención solo en algunos niños la idea de categorías taxonómicas y de la variabilidad se presenta con la inclusión de diferencias entre la conformación plantas; pero este tipo de conocimientos dista de el de los expertos debido a la falta de saberes más especializados en el dominio disciplinar.

**Tabla 7:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Cómo sabes que una planta es igual a otra?

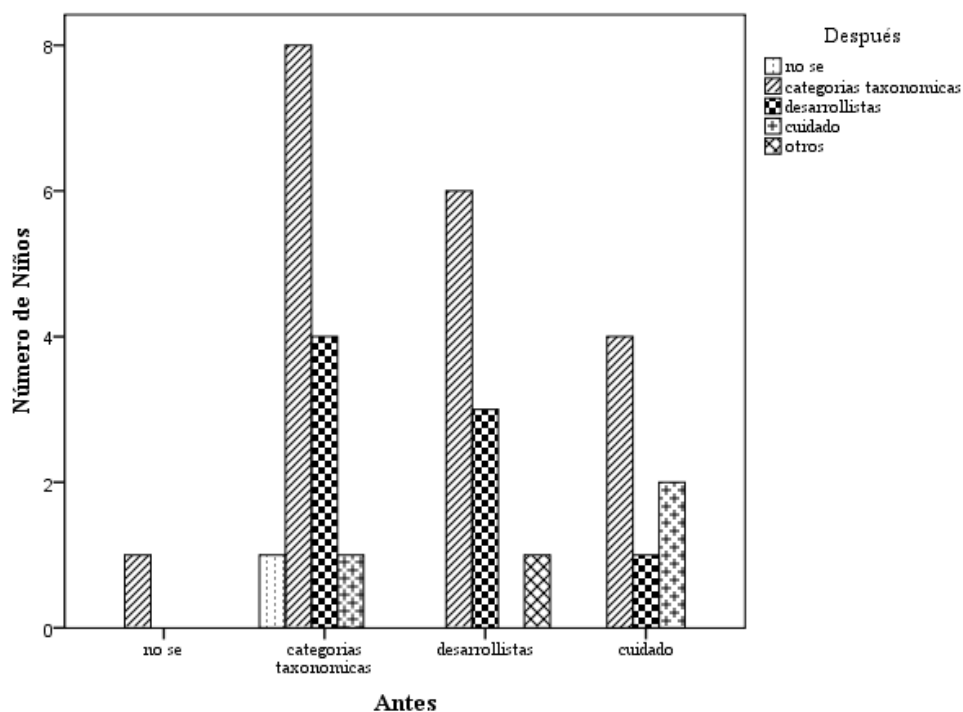
		Después		Total
		Comparación	Taxonómicas	
Antes	No	2	0	2
	Comparación	22	3	25
	Taxonómicas	2	1	3
	Vida cotidiana	2	0	2
Total		28	4	32

En la siguiente pregunta se interroga a los niños ¿Por qué hay plantas que no tienen flores? al igual que en pregunta anterior se establecen categorías para ubicar las explicaciones que dan los niños. Se presentan categorías taxonómicas, desarrollistas y de cuidado (Ver Figura 7). Se observa un aumento en el uso de categorías taxonómicas debido a la intervención. (Ver Tabla 8). Los siguientes son ejemplos de verbalizaciones que los niños dan antes de la intervención sobre el uso de categorías taxonómicas a preguntar porque qué hay plantas que no tienen flores. La niña 6 responde “porque ellas no tienen flores son así, porque son diferente nombre diferente forma de crecer”; la niña

9 responde “porque algunas son hiervas y no tienen flores, otras plantas que no tienen flores es porque no dan fruto”; el niño “12 responde porque ellas son de diferente especie”; el niño 23 “porque ellas crecen así y además porque la semilla no viene con flor la semilla viene sola las hojas la raíz y el tallo” y la niña 31 “porque de pronto no están dispuestas a tenerlas”.

Las siguientes son respuestas de los mismos niños luego del taller y de la visita al Herbario. La niña 6 responde “porque no son del mismo reino que las otras flores”; la niña 9 responde “porque son angiospermas”; el niño 12 responde “porque nacen así y no pueden tener flor”; el niño 23 “porque son gimnospermas”; y la niña 31 “no tienen tanta resistencia para tener flores o la semilla no está resuelta para tener flores”. Estos resultados muestran que algunos niños en el ambiente del Herbario pueden adquirir conocimientos sobre dominios específicos.

**Figura 7.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Por qué hay plantas que no tiene flores? antes y después del taller y de la visita al Herbario.





Este tipo de conocimientos se dan gracias a la manipulación de las plantas, a la observación y a la interacción de los niños con sus grupos. De esta forma los niños adquieren nuevos conceptos sobre la clasificación de las plantas desde su cotidianidad y gracias a la su experiencia. En la categoría desarrollista hace referencia a la idea de los niños de que las plantas no tienen flores por dificultades en su crecimiento. Las categorías de cuidado señalan falta de flores en las plantas cuando no se dan las condiciones necesarias para su progreso. Es claro que estas dos categorías implican un entendimiento del funcionamiento de las plantas alrededor de características de cuidado. Un ejemplo de la categoría desarrollista antes de la intervención lo da la niña 25 que responde “porque hay unas plantas pequeñas que solo no les nacen flores o que a veces se las quitan”. Y un ejemplo de las respuestas de los niños después de la visita al Herbario es cuando el niño 24 responde que las plantas no tiene flores “porque ellas nacen y no tienen tanta capacidad para tener flor”.

**Tabla 8:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Por qué hay plantas que no tienen flores?

		Después					Total
		No se	Categorías taxonómicas	Categorías desarrollistas	Categorías Cuidado	Otros	
Antes	No se	0	1	0	0	0	1
	Categorías taxonómicas	1	8	4	1	0	14
	Categorías desarrollistas	0	6	3	0	1	10
	Categorías cuidado	0	4	1	2	0	7
	Total	1	19	8	3	1	32

Finalmente un ejemplo de la categoría de cuidado antes de la visita es cuando el niño 17 responde las plantas no tienen flores “porque no le echan agua ni las cuidan” y luego de la visita el mismo niño responde las plantas no tienen flores “porque las dañan”. Este tipo de respuestas muestran la tendencia de los niños a establecer biología populares y

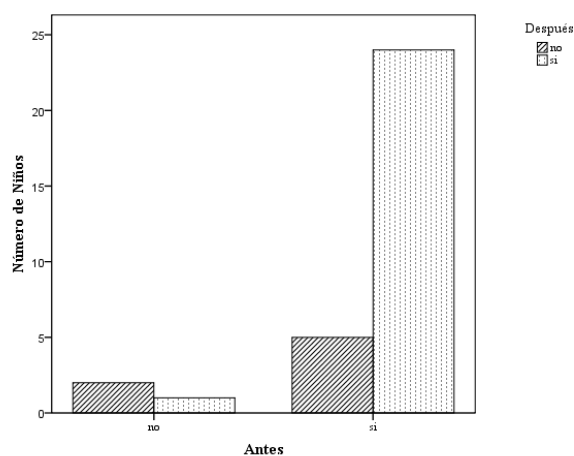
misconcepciones sobre el funcionamiento fisiológico de las plantas. También muestran que es difícil cambiarlas. A pesar de que la intervención se enfocaba en mostrarle a los niños que las características de las plantas dependían de su pertenencia a una categoría taxonómica, los niños seguían usando categorías de cuidado o desarrollistas.

- Tendencias Animistas sobre el cuidado y funcionamiento de las plantas.

El estudio mostró también que los niños presentan tendencias animistas a la hora de entender el cuidado y funcionamiento de las plantas y que dichas tendencias cambian poco luego de la intervención. Estas tendencias se relacionan con la asignación a las plantas de necesidades de cuidado similares a las de los humanos, además de asumir que las plantas sienten dolor a semejanza de la experiencia propia. Teniendo en cuenta los estadios de Piaget los niños en esta intervención deberían estar en la etapa concreta pero existe una fuerte presencia de la etapa preoperacional en las respuestas de tipo animista que los niños dan. (Ver Figura 8).

Frente a la pregunta que se realiza a los niños ¿Crees que a las plantas les duele si las chuzan?, se encontró que los niños responden afirmativamente a esta pregunta, antes y después de la visita al Herbario. Lo que indica que no se presentaron cambios significativos ( $\chi^2=.219$   $p>.05$ ). (Ver Tabla 9). Este tipo de conceptos establece cierto animismo en los juicios que realizan los niños frente al funcionamiento de las plantas.

**Figura 8.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿crees que a las plantas les duele si las chuzas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



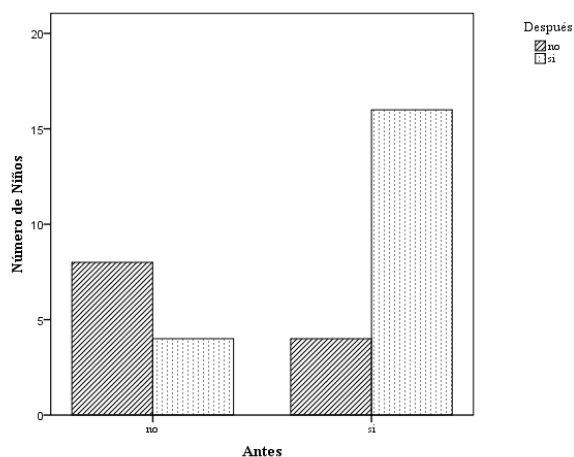
Ejemplos de respuesta de los niños que afirman que a las plantas les duele si las chuzan es cuando la niña 5, responde “si porque ellas nos entiende y si a mí me duele a ellas también les duele”; y cuando la niña 6, responde “si porque ellas son iguales que los humanos sino que no tienen el mismo cuerpo”. Por el contrario un ejemplo de respuesta de los niños que creen que a las plantas no les duele si las chuzan es cuando la niña 16, responde “a veces dicen que las plantas son como los animales porque tienen vida son muy bonitos cuando las chuzo no, no creo porque a veces las personas pisan y no se dan cuenta donde pisan”.

**Tabla 9:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Crees que las plantas les duele si las chuzan?

		Después		Total
		No	Si	
Antes	No	2	1	3
	Si	5	24	29
Total		7	25	32

Finalmente como lo indican los biólogos las concepciones evolucionistas se presentan en una sola dirección concibiendo solo cambios en la especie humana y dejando de lado que las plantas han tenido otro tipo de adaptaciones que han sido efectivas (ver entrevista Biólogo). La falta de sistemas nerviosos en las planta les impide recibir percepciones de dolor, siendo diferentes a las de los seres humanos, aunque esto no indica que las plantas sean inferiores (ver entrevista Biólogo). Al igual que con la pregunta anterior en la siguiente ¿Has visto alguna planta enferma? (Ver Figura 9) no se presentaron cambios luego de la visita al Herbario, los niños responden afirmativamente ( $\chi^2=1.00$   $p>.05$ ) (Ver Tabla 10).

**Figura 9.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿has visto alguna planta enferma? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



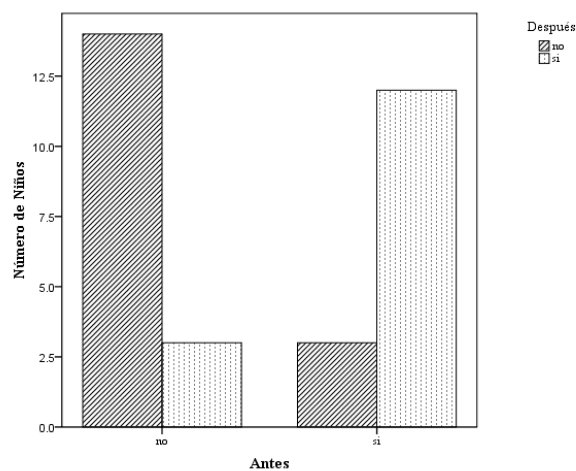
Se presentan algunos ejemplos de las respuestas que dan los niños, El niño 4 responde “está enferma por mucho sol y no le daban agua”; la niña 6 responde “cuando se agachan y parece que estuviera llorando como los humano”, y la niña 7 responde “si cuando a veces en mi casa se nos olvida echarle agua”. De nuevo, la preponderancia de estas categorías de carácter animista, y asociadas al cuidado, pareciera indicar que existe una relación entre este tipo de razonamiento y la dificultad del cambio en las categorías taxonómicas asociadas al cuidado.

**Tabla 10:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Has visto alguna planta enferma?

		Después		Total
		No	Si	
Antes	No	8	4	12
	Si	4	16	20
Total		12	20	32

Frente a la pregunta ¿Cuándo tú te enfermas es igual a cuando una planta se enferma?, luego de la visita al Herbario no se presentaron cambios en las tendencia de respuesta que dieron los niños ( $X^2=1.00$   $p>.05$ ) (Ver Figura 10). De los 32 niños que dieron respuesta a la entrevista, 53% consideran que cuando ellos se enferman es diferente a cuando las plantas se enferman, mientras 47% de los niños consideran que existe cierta similitud entre ellos y las plantas. (Tabla 11).

**Figura 10.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Cuándo tú te enfermas es igual a cuando una planta se enferma? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



Ejemplos de las respuestas que explican similitud entre la enfermedad de las plantas y las de las personas es cuando la niña 10 responde “a uno le duele el estómago porque le pegaron y si a la planta le quitan una hoja también les duele”; el niño 15 responde “porque nosotros somos vivos y ellos también y nosotros nos enfermamos de toser y ellas se enferman necesitan agua y sol”; el niño 27 responde “sí porque algunas veces uno se pone morado y las plantas también”; la niña 29 responde “porque yo me pongo brava me pongo decaída y las planticas también”; o la niña 30 responde “sí porque digamos si ellas no toman agua mueren y por ejemplo cuando nosotros no comemos no tomamos agua no comemos nada también no morimos”

En este tipo de razonamientos que realizan los niños se enfoca la extrapolación que realizan a otro tipo de seres vivos sobre sus propias características, lo que implica presencia de tendencias animistas en los razonamientos de los niños.

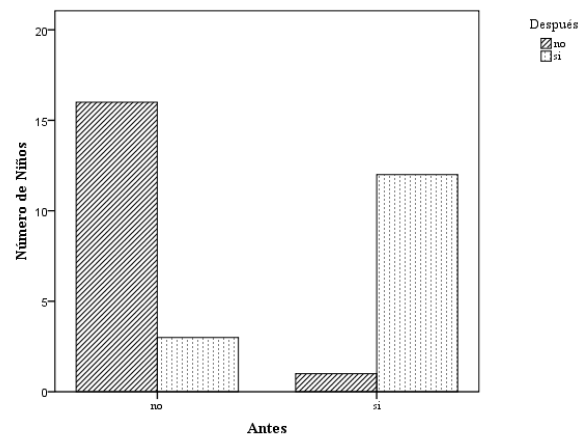
**Tabla 11:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller de la visita al Herbario ¿Cuándo tú te enfermas es igual a cuando una planta se enferma?

		Después		Total
		No	Si	
Antes	No	14	3	17
	Si	3	12	15
Total		17	15	32

Por otro lado ejemplos de las respuestas donde los niños identifican que sus enfermedades son diferentes a las de las plantas es cuando el niño 2 responde “enferma porque la planta se marchita nosotros no nos marchitamos, nosotros mejor dicho nos da fiebre nosotros no nos agachamos, nos ponemos la cabeza calientica...”; el niño 3 responde “no porque nosotros nos enfermamos de varias enfermedades y ellas solo se secan y se marchitan”; el niño 13 responde “no porque cuando una planta se enferma muere y ya en cambio cuando una persona se enferma no muere”; o cuando el niño 19 responde “no porque nosotros tomamos pastas y ellas no nosotros nos llevan al doctor a ellas no”. Este tipo de razonamientos evidencia como los niños identifican desde su propia experiencia diferencias entre las enfermedades que padecen y el de otra especie, tratando de equiparar la enfermedad humana a la de las plantas.

Otra pregunta que se realiza a los niños es, ¿Tú crees que el mundo se va a quedar sin plantas?, la respuesta de los niños a esta pregunta es que el mundo no se va a quedar sin plantas (Ver Figura 11) (no hubo cambios significativos después de la intervención,  $\chi^2=0.625$   $p>.05$ ), 59% de los niños afirman que el mundo no se va a quedar sin plantas antes de la visita y 53% de los niños refieren lo mismo después de la visita. (Tabla 12).

**Figura 11.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿tú crees que el mundo se va a quedar sin plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



El grupo de niños que perciben que el mundo no se va a quedar sin plantas da las siguientes razones; niño 1 “como en el 2012 dijeron que se iban a explotar uno volcanes, pero yo no creo que se vaya a destruir todo ni las plantas ni, ni los árboles, los animales ni nada”; niño 3 “no porque casi siempre estamos sembrando”; la niña 5 “no porque hay personas que cuidan la naturaleza (los biólogos)”; el niño 12 “yo todas las partes que voy he visto plantas por todos los lados”; el niño 19 “porque nosotros estamos mejoran un poquito en lo de no talar árboles y no crear incendios”; y finalmente la niña 16 “no porque van siguiendo van teniendo semillitas y van creciendo y las que van creciendo también tienen semillitas”. En este tipo de razonamientos se evidencia que los niños no alcanzan a percibir la degradación ambiental actual.

**Tabla 12:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Tú crees que el mundo se va a quedar sin plantas?

		Después		Total
		No	Si	
Antes	No	16	3	19
	Si	1	12	13
Total		17	15	32

El otro grupo de niños empieza a percibir que la falta de cuidado de la naturaleza puede causar que las plantas se extingan como especie así: el niño 4 “si porque están arrancando muchos árboles”; la niña 8 “si porque hay personas que no las conservan y las dañan”; el niño 19 “por la tala de árboles los incendios nosotros estamos contaminando” y el niño 23 “si porque no va a existir más el agua porque uno la desperdicia mucho”.

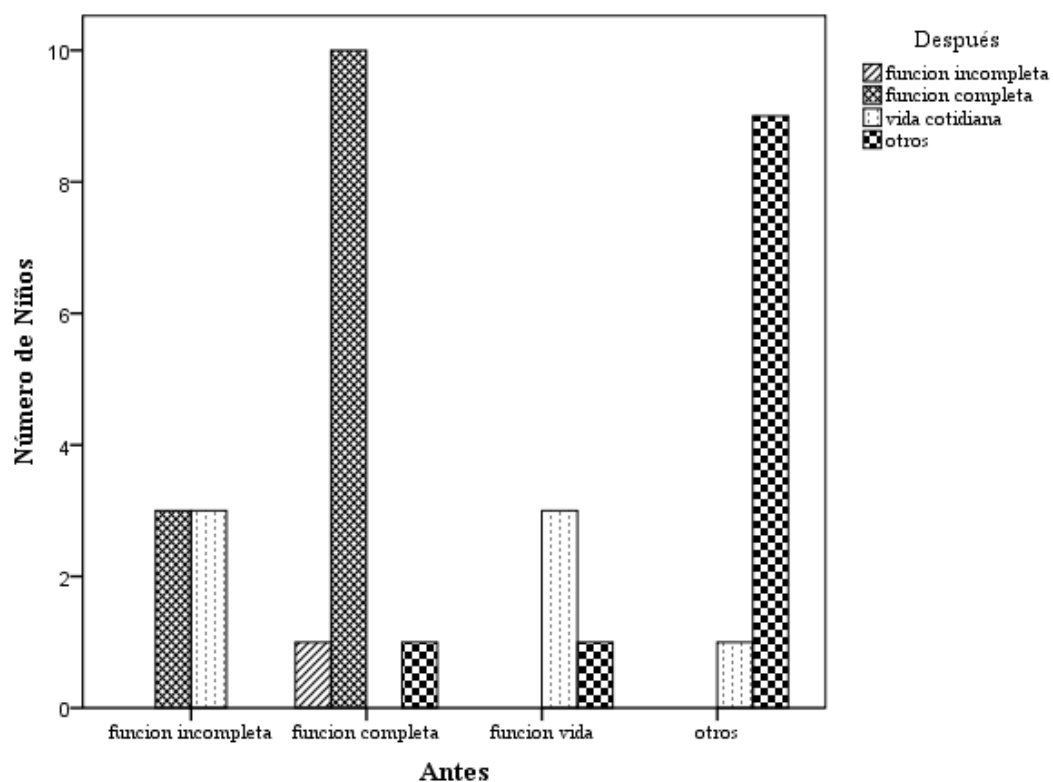
Este tipo de razonamientos señalan que el cuidado de las plantas es la garantía para que estas se conserven, además del análisis conservacionista que los niños realizan sobre la situación actual de contaminación que vive el planeta y las consecuencias que tiene a largo plazo sobre la naturaleza.

En la pregunta en la que los niños tienen que expresar ¿para qué sirven las partes de las plantas?, se realiza la clasificación de las respuestas teniendo en cuenta cuatro categorías: la primera relaciona las funciones de las plantas pero no son explicadas por los niños de manera completa; en la segunda los niños expresan de forma completa las funciones de las plantas así; la raíz como la encargada de sujetar la planta al suelo y absorber el agua y los minerales necesarios para su crecimiento, el tallo es el encargado de repartir el agua y el alimento a todas la partes de la planta, además de servir de sostén a las demás partes de la planta. Las hojas son las encargadas de realizar la fotosíntesis, las flores sirven para la reproducción de las plantas y el fruto para el consumo. La categoría tres tiene que ver con respuestas que dan los niños de contenido de la vida cotidiana, es decir respuestas donde relaciona las funciones de las plantas con



propiedades curativas o medicinales. Finalmente la última categoría clasificada como otros tocan respuestas que dan los niños sobre la función de las plantas en relación a su crecimiento, a su cuidado, alimento, entre otras. (Figura 12).

**Figura 12.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Para qué sirven las partes de la planta? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



Un ejemplo de respuesta de función incompleta es cuando el niño 12 responde que las hojas sirven “para elaborar su propio alimento”, ejemplos de respuestas de funciones completas son cuando el niño 13 responde “las hojas sirven para respirar, el tallo sirve para que las arterias ósea la sabia bruta vaya a las demás partes para que todo viva, las flores para que... no sé (niño 13)”; o cuando el niño 21 responde “la raíz les sirve a las plantas para atraer el agua y todo eso... las atrae como un imán el tallo es por donde sube todo eso... La flor para... Las hojas les sirven para respirar son sus pulmones, la fruta nos sirve a nosotros de alimento y la semilla sirve para que nazcan otras plantas (niño 21)”. (Tabla 13).

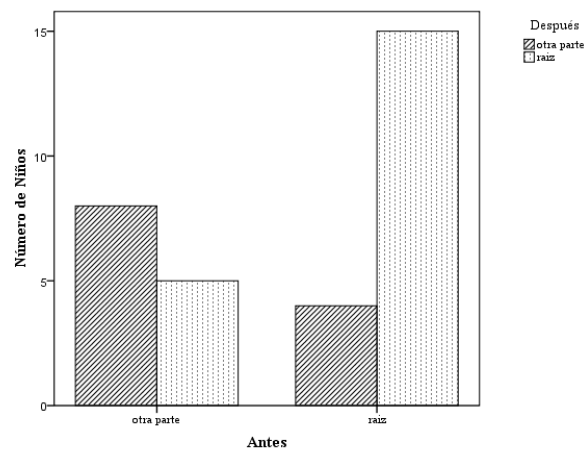
**Tabla 13:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Para qué sirven las partes de las plantas?

		Después				Total
		Función incompleta	Función completa	Función vida cotidiana	Otros	
Antes	Función incompleta	0	3	2	1	6
	Función completa	1	10	0	1	12
	Función vida cotidiana	0	0	2	1	3
	Otros	0	3	1	7	11
Total		1	16	5	10	32

Ejemplos de categorías de la vida cotidiana son cuando la niña 9 responde “para curaciones para tomarlas medicina que se toma” y cuando el niño 24 responde “porque hay plantas que son para curar y hay otras también que dan frutos para comer”. Finalmente ejemplos de otras respuestas son cuando la niña 8 responde “para estudiarlas”; la niña 14 responde “para cuidarlas y desarrollar actividades con ellas”; la niña 20 responde “para alimentarse”; la niña 23 responde “para cuando uno sea biólogo al menos saber algo de esa flor y uno entrar a trabajar”, y cuando el niño 32 responde “para que crezcan para su desarrollo”. En este tipo de respuestas se observa que hay dos tipos de tendencias, en la primera existe influencia de los aprendizajes anteriores al hablar de las partes de las plantas y en la segunda las respuestas tienen que ver con biología populares y la experiencia directa de los niños con las plantas.

En la siguiente pregunta al indagar con los niños sobre, ¿por dónde se alimentan las plantas? la mayoría de los niños refiere que se alimentan por la raíz, (Ver Figura 13) ( $\chi^2=1.000$   $p>.05$ ), como se observa en la Tabla 14.

**Figura 13.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿por dónde se alimentan las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



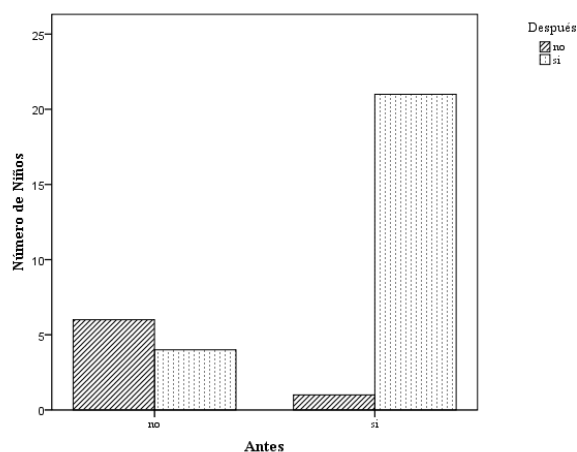
Los niños que no identifican la raíz como la parte de la planta encargada de la alimentación en las plantas, identifican el tallo y las hojas como las encargadas de esta función, lo que implica que los niños aún no logran establecer la función de cada parte de la planta en procesos tan complejos como el de la fotosíntesis. Realizando generalizaciones sobre el funcionamiento de la planta, sin discriminar el proceso como tal.

**Tabla 14:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Por dónde se alimentan las plantas?

		Después		Total
		Otra parte	Raíz	
Antes	Otra parte	8	5	13
	Raíz	4	15	19
Total		12	20	32

Frente a la pregunta si las plantas tienen algún tipo de pensamiento, el número de niños que afirman que las plantas tienen algún tipo de pensamiento es de 69% antes de la visita y 78% después de la visita al Herbario, sin presentar cambios significativos ( $X^2=0.375$   $p>.05$ ) luego de la intervención (Figura 14). La mayoría de los niños afirman que las plantas si piensan, incluso luego de la intervención en vez de disminuir el número de niños que afirma que las plantas piensan aumentan. Este tipo de razonamientos evidencian la tendencia de los niños a volver equivalente algunas habilidades propias del ser humano a otro tipo de especies como las plantas. (Ver Tabla 15).

**Figura 14.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿las plantas piensan? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



Las verbalizaciones de los niños que refieren que las plantas piensan son: la niña 8 responde “piensan en que no las maltraten y por las hojas”; la niña 11 “por los tallos en si quieren lluvia o sol”; el niño 12 señala “por el tallo piensan el producir su alimento”; la niña 16 “por la flor pueden pensar en cuidarse en mantenerse firmes en dar semillitas”; el niño 27 “por las hojas en seguir viviendo y alimentarse”, la niña 29 “puede ser por la raíz piensan igual que nosotros en comer y vivir” y la niña 31 “si porque ellas sienten como nosotros y también piensan”.

**Tabla 15:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Las plantas piensan?

		Después		Total
		No	Si	
Antes	No	6	4	10
	Si	1	21	22
Total		7	25	32

Ejemplos de las verbalizaciones de los niños que afirman que las plantas no piensan son: el niño 2 responde “no creo que las plantas piensen no tienen tampoco, mejor dicho no tiene casi mente”; el niño 3 responde “ellas no piensan y sino ya estarían haciendo cosas”; la niña 5 “porque no pueden hablar”; la niña 6 refiere “porque no tiene boca, no oídos para pensar”; la niña 20 dice “no porque no están adaptadas para pensar”; y el niños 21 “no porque no tienen cerebro”.

En este tipo de ejemplos las respuestas de los niños establecen ciertas condiciones para que las plantas piensen, así la mente, el lenguaje y el cerebro son condiciones necesarias para el pensar. Aquí los razonamientos de los niños incluyen habilidades superiores de algunos organismos necesarias para pensar. Además la observación de las plantas les permite concluir que no están adaptadas para pensar.

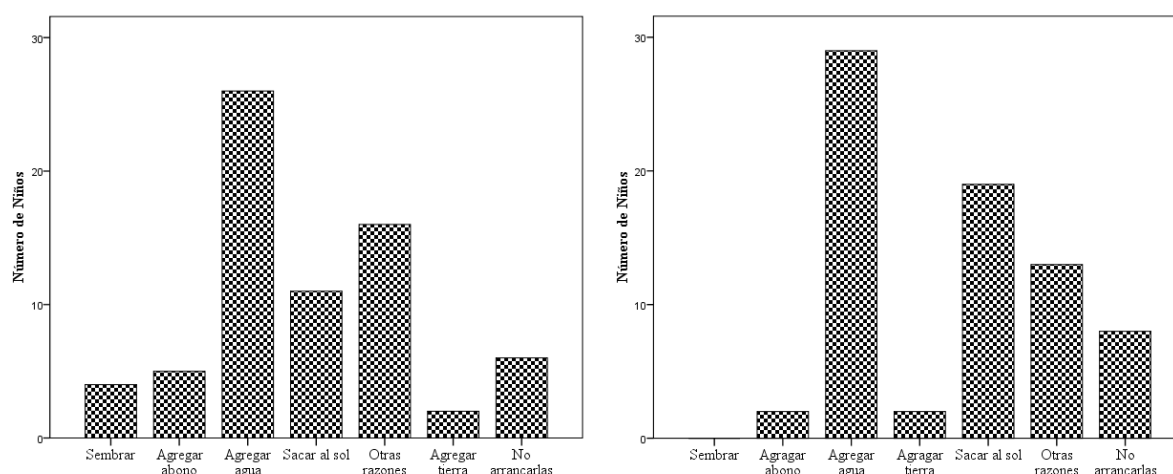
### 7.2.3 Otras tendencias relacionadas con la vida cotidiana sobre el cuidado y funcionamiento de las plantas.

En esta sección se agrupan preguntas relacionadas con otras explicaciones de lo cotidiano, que contradicen el uso de categorías taxonómicas y formas de razonamiento experto. La gran mayoría de respuestas se relacionan con el funcionamiento de las plantas y aunque no muestran tendencias animistas, si reflejan la experiencia cotidiana de los niños. En las siguientes preguntas se muestra la experiencia directa de los niños en el cuidado de las plantas, el funcionamiento de las plantas en referencia a su alimentación, así como la cantidad de plantas que conocen y los nombres que refieren.

Este tipo de preguntas relaciona la experiencia directa de los niños en la vida cotidiana y la influencia de los padres en la adquisición de sus aprendizajes.

En la pregunta ¿Qué haces para cuidar las plantas?, se identifica que la mayoría de los niños agregan agua como una estrategia de cuidado (62% niños antes y 91% niños después). Sin embargo, otras formas de cuidado variaron (Ver Figura 15). Tareas básicas de cuidado de las plantas como, sacarlas al sol, no arrancarlas y otras razones, aumentaron su frecuencia durante la intervención. Esto puede ser el resultado del contacto directo con ambientes naturales y con las prácticas de la biología.

**Figura 15.** Diagrama de barra de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Qué haces para cuidar las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.

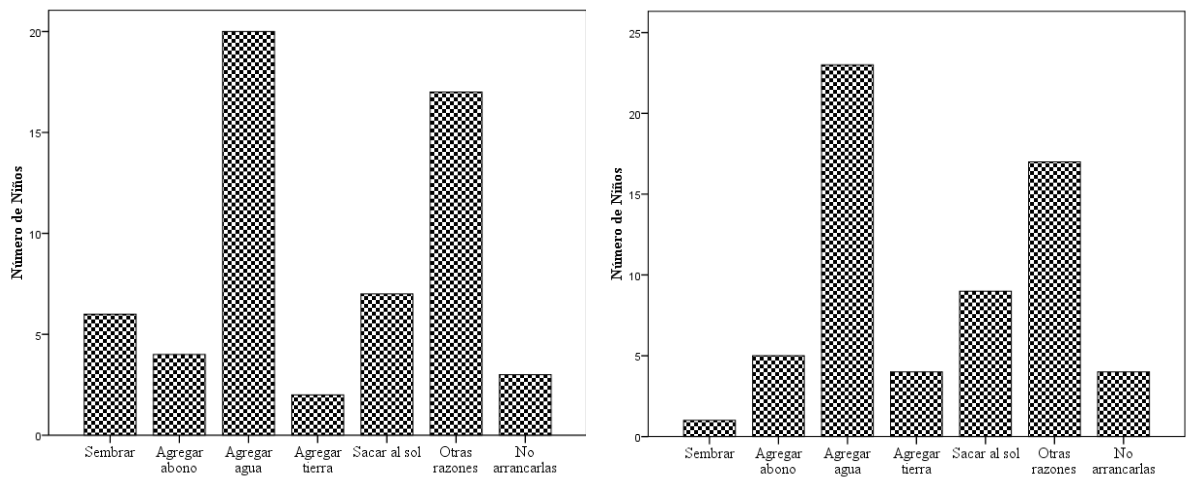


En la categoría de otras razones de cuidado de las plantas se encuentran tareas de preservación, que van desde; no talar árboles, no provocar incendios, sembrar más árboles, realizar trasplantes de las mismas plantas, no votándoles basura, no quitándoles alguna parte, quitando las partes dañadas de las hojas, no pisándolas, advertir a las otras personas que no las pise, monitorear que no se marchiten, dejar que crezcan y dejarlas en un lugar donde les llegue la luz solar.

Frente a este último los niños entienden cuáles son los insumos necesarios para el proceso de fotosíntesis y la importancia del sol para la producción de alimento en la planta. La siguiente pregunta que se realiza a los niños tiene que ver con ¿Qué hacen otras personas para cuidar las plantas?, en esta pregunta los niños perciben que las otras personas realizan tareas similares a las suyas para proteger las plantas como;

agregarles agua, sacarlas al sol, no arrancarlas y otras razones. Las tareas de cuidado no varían con la intervención. (Ver Figura 16).

**Figura 16.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Qué hacen otras personas para cuidar las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



Dentro de las otras razones que los niños perciben como cuidado de las plantas de parte de otras personas (especialmente su familia), se encuentran aquellas necesarias para garantizar el crecimiento adecuado de las plantas y en la que los niños tienen una participación activa. Entre estas actividades están; no maltratarlas, no interrumpir su crecimiento, quitarles las hojas dañadas, monitorearlas todos los días, no votar basura, no pisarlas, no fumar frente a ellas, consentirlas y ubicarlas en un lugar especial. Los niños pueden advertir la existencia de lugares especiales que facilitan el crecimiento de las plantas y que se caracterizan por tener luz.

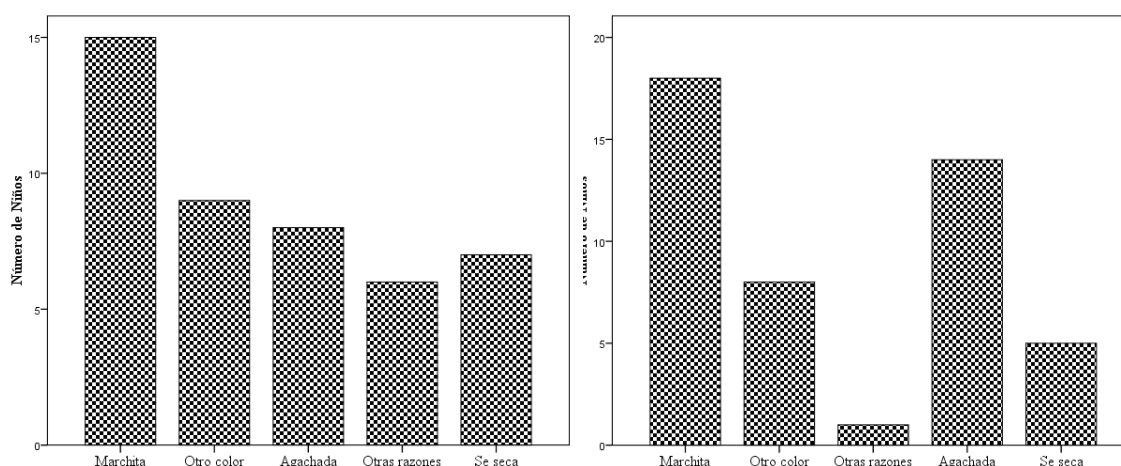
Existen otras razones de cuidado de las plantas de contenido ambientalistas que los niños también utilizan como; conservar las plantas, cultivar de árboles, la no tala de árboles, la no creación de incendios y el ahorro de energía. Esta última indica que algunos niños entienden el proceso de no renovación de los recursos naturales, de ahí la importancia de preservarlos. Realizar reforestaciones, no contaminar el medio ambiente como suficiente para garantizar el crecimiento y conservación del ciclo vital, agregar fungicidas y realizar siembras donde hay otras plantas para que crezcan mejor. Los niños

entienden el proceso para garantizar la disseminación de una especie en su habitat natural.

Finalmente luego de la intervención realizada se identifica razones que tienen que ver con procesos de conservación y de colección que realizan otras personas y que son vistas por los niños como estrategias que permiten cuidar las plantas. Estas tareas de conservación y colección fueron directamente observadas en las visita al herbario y se pueden considerar un producto necesario de la experiencia pedagógica. (Nivel de preservación y recolección de las especies influido por la visita al herbario). Un ejemplo de respuesta es cuando el niño 15 luego de la visita, responde, “Todos los días por las noches les riegan agua con mangueras y las tienen en un establo para que nadie las coja”.

Cuando se les preguntó a los niños como reconocen que una planta está enferma, los niños visualizan las plantas agachadas como un indicio de enfermedad (Ver Figura 17). Es importante notar que los síntomas observados por los niños son muy básicos y en alguna manera no se relacionan con la intervención realizada en términos taxonómicos.

**Figura 17.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Tu como sabes que una planta está enferma? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



Se evidencia que las respuestas de los niños dadas antes y después de la visita no varían así; el niño 1, “porque se va como secando, como se va, como las hojas son así



se va como cayendo”; el niño 14, “cuando esta marchita y esta que se cae”; la niña 8, “cuando las plantas están más como bajitas como así...”; la niña 9, “ porque como que se negrea y le empiezan a salir como punticos”; el niño 23, “porque se cae ósea se quema las hojas y eso” y finalmente la niña 10, “porque se marchita, como que se vuelve más chiquita y se va volviendo como cafecita”. A continuación se presentan algunos patrones de respuesta, que evidencian el tipo de razonamientos que los niños hacen de esta pregunta.

- Razonamiento en términos animistas.

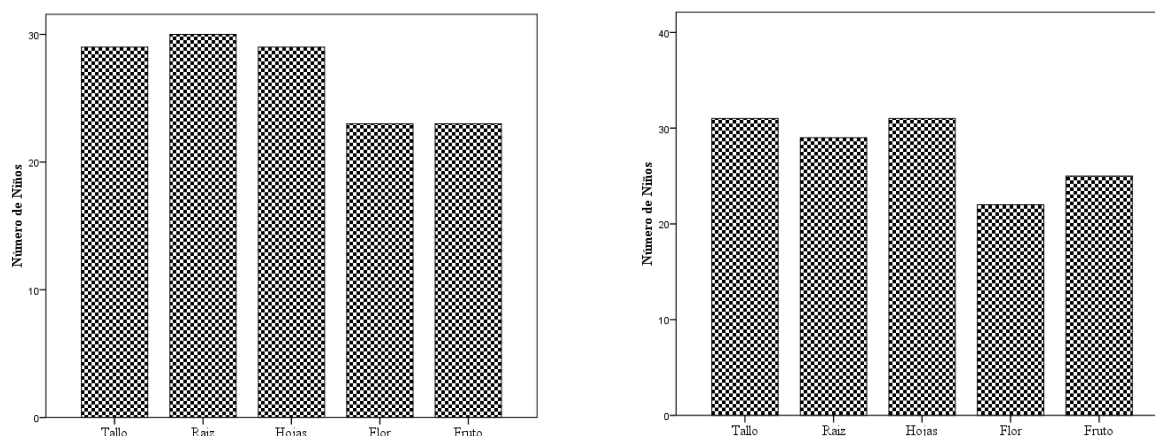
En las verbalizaciones de los niños en la tarea se identifican comparaciones entre lo que sucede con una planta y su estado de salud, lo que implica razonamientos sobre objetos inanimados y la atribución de características humanas a las plantas. Un ejemplo de respuesta es cuando el niño 2 responde, “es como nosotros también, si ellas se marchitan tenemos que darles agua mejor dichos pa’ que no se sigan enfermando, como nosotros también nos tienen que dar antibiótico... también por lo menos hay muchas plantas enfermas en los campos y en las personas que por ejemplo no son cuidadosas, mejor dicho no les interesa la naturaleza (niño 2)”...

- Razonamiento en términos de características superficiales.

De otro lado la mayoría de los niños identifica características físicas como atributos de las plantas enfermas. Un ejemplo de respuesta es cuando el niño 23, responde “cuando se comienza a acabar así o cuando se enferma es decir cuando ya no le salen muchas flores y están quemadas, se le pregunta: ¿has visto alguna planta enferma?, si cuando tenemos plantas en la casa entonces se quemaron...”. Este tipo de razonamientos coinciden con el de los expertos (biólogos) quienes identifican que una planta está enferma cuando se decaen alguno de sus pigmentos comunes, por ejemplo cuando se presentan las hojas amarillas, cuando su crecimiento no es normal, cuando sus hojas, flores o tallos decaen, lo que puede estar indicando falta de nutrientes en el suelo o fito parásitos. Sin embargo, este tipo de razonamiento complejo está ausente en los niños que son capaces sólo de dar, por llamarlo de alguna forma, la sintomatología, pero no pueden dar la explicación subyacente al síntoma observado. En la siguiente pregunta se les pide a los niños que digan cuales son las partes de las plantas encontrando que en las respuestas que dan los niños no presentan un cambio significativo luego de la

intervención (Ver Figura 18). Esto indica que los aprendizajes previos frente a cuales son las partes de las plantas están altamente consolidados y por lo tanto son difíciles de cambiar con la intervención. Es importante señalar que este tipo de aprendizajes sobre las partes de las plantas fueron adquiridos anteriormente.

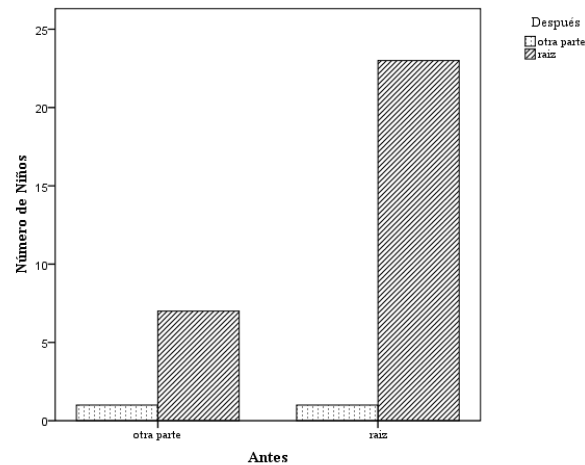
**Figura 18.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Cuales son la partes de las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



El niño 21 responde “la raíz le sirve a las plantas para atraer el agua y todo eso, atrae minerales como un imán, el tallo es por donde sube todo lo que la raíz atrajo, la flor... bueno la hojas le sirven para respirar a las plantas y la fruta nos sirve a nosotros de alimento”. Luego de la intervención algunos niños introducen los nombres de nuevas partes de la flor como partes de las plantas así, el niño 4, “Como es que se llama lo masculino... el estambre, y lo femenino y los pétalos...”

En seguida se interroga a los niños ¿por dónde comen las plantas?, la mayoría de las respuestas de los niños refieren que comen por la raíz (Figura 19). Los resultados indican no que se presentan cambios significativos luego de la intervención ( $\chi^2=0.070$   $p>.05$ ), y que este tipo de respuesta se mantiene (Ver Tabla 16).

**Figura 19.** Diagrama de barras de las respuestas que dan los niños a la pregunta ¿Por dónde comen las plantas? antes y después del taller y de la visita al Herbario.



La mayoría de los niños que no identifica la raíz como la parte de la planta por donde esta come, señalan que es el tallo el encargado de esta función, el niño 23 responde “por en medio de la tierra donde están sembradas”. Sin embargo es importante señalar que el proceso de fotosíntesis es más complejo y los niños tienen cierta dificultad para comprenderlo. La raíz es el órgano de la planta que cumple las funciones de alimentación, además de fijar la planta al suelo. Pero el tallo como prolongación de la raíz sirve también para el almacenaje y transporte de las sustancias hacia el resto de las partes.

**Tabla 16:** Tabla de contingencia respuestas de los niños antes y después del taller y de la visita al Herbario ¿Por dónde comen las plantas?

		Después		Total
		Otra parte	Raíz	
Antes	Otra parte	1	7	8
	Raíz	1	23	24
Total		2	30	32

Finalmente se pregunta a los niños por el tipo de plantas que conocen y se realiza el cálculo del número de plantas que reportan. Antes de la realización del taller y de la visita al Herbario los niños refieren las rosas como las plantas que más conocen, seguidas por los girasoles, las margaritas y los claveles (ver Tabla 17). Lo que evidencia que son las flores más comunes para los niños, en parte por sus experiencias y por el contacto con plantas ornamentales o de jardín. De otro lado también se presentan algunos casos particulares como el de la niña 10 que responde “la de yerba buena, la de la buena suerte una que tiene como las hojitas chiquitas, pregunta, ¿Y porque le dicen así?, respuesta, porque cuando se marchita ya no le viene buena suerte”. En este caso la niña atribuye a la planta una característica especial de naturaleza esotérica. En otro caso el niño 23 responde “la esa que le dicen la de la plata, la del café, no me acuerdo de otros nombres que tengo en la cabeza”. En estos dos ejemplos se observan aprendizajes comunes que adquieren los niños de su experiencia.

**Tabla 17:** Tabla de frecuencia de las respuestas de los niños antes del taller y de la visita al Herbario. Tipo de plantas que conocen

Tipo de Plantas	Frecuencia
Rosas	17
Girasoles	13
Margaritas	7
Claveles	6
No conoce	5
Orquídeas	4
Flor	4
Captus	3
Palmas	2
Lagrima de bebe	2
Árbol	2
Novios	1
Ortiga	1
Yerba buena	1
La de la buena suerte	1
Diente de león	1
La de la plata	1
Astromelias	1
Tréboles	1

Después del taller y de la visita al Herbario el número de plantas que los niños refieren que conocen luego aumenta (Ver Tabla 18), lo que implica que luego de la experiencia de aprendizaje colaborativo los conocimientos sobre algunos tipos de plantas cambian, como es el caso de las plantas con fruto. Siguen siendo las plantas ornamentales o de jardín que son utilizadas con propósitos decorativos las más nombradas por los niños

como, las rosas, los girasoles, los claveles. De otro lado la planta de eucalipto, el durazno, el manzano y la mora se reconocen luego de la intervención.

**Tabla 18:** Tabla de frecuencia de las respuestas de los niños después del taller y de la visita al Herbario. Tipo de plantas que conocen

Tipo de Plantas	Frecuencia
Rosas	17
Girasoles	15
Eucalipto	11
Claveles	9
Durazno	6
Manzano	5
Ortiga	5
Margarita	5
Mora	4
Cactus	3
Pino	3
Flores	3
Orquídea	3
Trébol	2
La de bebe	2
Manzanilla	1
Naranja	2
Uva	1
Tulipanes	1
Cebolla	1
La de la suerte	1
La que le sale lechecita	1
La que parece una sandalia	1
Ciruela	1

---

Yerba buena	1
El colmillo	1
Banano	1
Violeta	1
Diente de león	1
Sábila	1
Feijoa	1
La campanita	1
Hiervas	1
Arboles	1
No conoce	1

---

Se realizó una prueba de Wilcoxon para evaluar si el número de plantas que los niños dicen conocer aumentó luego de la intervención. Los resultados indicaron una diferencia significativa,  $z = -3.965$ ,  $p < .01$ , lo que deja ver el aumento en las verbalizaciones y en la variedad de plantas que dicen conocer luego de la experiencia de aprendizaje.

## 8. Discusión y Conclusiones

La investigación logra establecer que hay ciertos efectos del contacto con el mundo natural que aumentan el gusto de los niños hacia la biología y su entendimiento. Estos resultados son consistentes con otros estudios como los desarrollados por Crowley y Jacobs (2002), Leinhardt y Crowley (2002), Eberbach y Crowley (2008).

El aumento del interés de los niños por la naturaleza se evidencia en la tarea de exploración de plantas desarrollada en el taller y en la visita al Herbario (Ver Apéndice H e I). Se propicia en los niños un mayor entendimiento del trabajo del biólogo e interés en la profesión. Con la experiencia del ambiente informal, los niños recrean tareas auténticas de investigación científica que les permiten formular hipótesis, exponer conceptos, preguntar a expertos, manipular plantas, realizar clasificaciones y compartir con pares sus experiencias (Eberbach & Crowley, 2008). Aunque la intervención es corta refuerza en los niños conceptos adquiridos anteriormente y aumenta el gusto en el dominio disciplinar de la biología. Estos cambios son importantes porque señalan que la experiencia del herbario permitió que los niños entendieran el rol profesional de los biólogos, que en cierta medida es un prerrequisito para el desarrollo de identidades asociadas a los dominios disciplinares de las ciencias naturales. Lo que indica que, en el ambiente informal del Herbario, se favorece la adquisición de nuevos aprendizajes, da libertad a los niños para observar nuevos objetos y aclarar dudas (Leinhardt & Crowley, 2002). Sullivan (1998) sugiere que este tipo de intereses surgen por la interacción entre pares y gracias a la comunicación verbal.

En el estudio, los niños asocian tareas que realizan los biólogos con laboratorios y salones donde se investiga con lupas y con experimentos; este tipo de tareas interesan a los niños debido a que en el estudio se recrean tareas similares a las del biólogo. Como señala Crowley y Jacobs (2002) y Leinhardt y Crowley (2002), en museos o ambientes informales se pueden unir los conocimientos que tienen los niños con objetos auténticos, lo que facilita que el aprendizaje sea significativo y permita un mejor recuerdo de lo que



se aprende. Así la tarea de recolección de la planta (Ver Figura 21) sirve de apoyo para mostrar cómo se coleccionan las plantas en el Herbario y se convierte en un reforzador del aprendizaje auténtico (Leinhardt & Crowley, 2002).

Estos resultados son importantes porque muestran que experimentos de diseño (design experiments) que proporcionan contacto con el mundo natural pueden cambiar las preferencias y gustos de los niños en formas que pueden actuar como prerrequisito al desarrollo de identidades cercanas a las disciplinas científicas. En contraste con las pedagogías tradicionales, la intervención expuesta en el estudio favorece el desarrollo de islas de experticia en biología en los niños, a partir de la exploración y observación del mundo natural favorecida por los padres y los profesores (Crowley & Jacobs, 2002).

En el estudio los padres, los profesores y los biólogos tienen uso activo de los objetos en las prácticas de aprendizaje. Esta conexión se logra gracias a las conversaciones que se propician y se convierten en mecanismos de aprendizaje (Crowley & Galco, 2001). Es evidente que en las tareas de jardinería de la familia se consolidan diferentes conocimientos sobre el cuidado de las plantas y su uso. La práctica de aprendizaje colaborativo en el Herbario permite que profesores y biólogos ofrezcan explicaciones a los niños [explanatoids] para resolver los problemas de la tarea de clasificación (Crowley & Jacobs, 2002). Como señala Vygotsky (1978), el cambio en este tipo de cogniciones se da en las interacciones con los demás, en este caso con la familia que permite desde las actividades diarias construir diferentes aprendizajes sobre el cuidado de las plantas desde las tareas de jardinería.

En segundo lugar frente a la exploración de los efectos de la experiencia informal sobre las tendencias de clasificación y manejo de la variabilidad en el grupo de niños se encontró que a pesar de las ganancias en términos de gusto y preferencia, existen muchos factores que son resistentes al cambio. Así las tendencias de clasificación y manejo de la variabilidad están fuertemente influenciados por las actividades cotidianas y biología populares.

Esta ausencia de cambio se interpreta dentro del marco de las biología populares, que sostiene que las personas no expertas presentan tendencias a la clasificación que están gobernadas por misconcepciones. Además que los errores originados estarían relacionados con las tendencias innatas y las fuertes influencias culturales. Estos errores

son altamente resistentes al cambio porque están establecidos en la experiencia cotidiana y son funcionales en contextos no científicos (Wheeler & Valdecasas, 2007).

La investigación muestra que el criterio predominante de clasificación es la forma de la hoja cuando los niños seleccionan un solo criterio (Denney, 1972a) y la combinación de la forma y el tamaño cuando la clasificación se hace en múltiples dimensiones (Denney, 1971b; Levin & Libman, 1980). Al clasificar plantas al aire libre los niños agrupan utilizando predominantemente combinaciones de atributos. Entre los atributos mencionados con mayor frecuencia están el tamaño de la planta, las partes que pueden ser identificadas a simple vista (e.g. flores, frutas), la textura y el color (Askham, 1976). Sin embargo, es importante notar que los criterios de clasificación utilizados son adecuados a intuiciones biológicas básicas. Clasificar por la forma y el color es más adecuado que clasificar por tamaño, ya que las hojas de una misma planta puede tener diferentes tamaños pero la forma se mantiene constante. De esta forma los niños agrupan las hojas recurriendo a combinaciones de atributos. Como señal Askham, (1976) los atributos pueden ser el tamaño de la planta, las partes, la textura y el color. Aunque los criterios que muestran nociones de clasificaciones taxonómicas se encontraron en menor proporción, los niños introducen en sus verbalizaciones conceptos de especie y familia. Además son capaces de reconocer ciertas particularidades entre el Eucalipto y la Feijoa (plantas de la misma especie). Se observa como los niños desarrollan habilidades similares a las de los expertos en el manejo de guías taxonómicas para clasificar la forma de las hojas.

Según Eberbach y Crowley (2008), los niños al igual que los expertos desarrollan habilidades propias de la observación científica, lo que propicia conocimientos específicos de la biología. Dentro del estudio se encontró que los niños parten de la observación de semejanzas y diferencias entre atributos de las plantas para realizar procesos de comparación. Este tipo de procesos les permite identificar rasgos superficiales de las plantas y clasificarlas. Eberbach & Crowley (2008) sugieren que el método de investigación basado en la comparación es fundamental para realizar categorías taxonómicas.

Mientras los niños tienen dificultades para manejar el uso de categorías taxonómicas, los biólogos utilizan las categorías taxonómicas para organizar la información del mundo natural, hacer predicciones y agrupar organismos en función de

rasgos profundos. De ahí que las habilidades necesarias para realizar clasificaciones taxonómicas no dependen de habilidades generales, sino del conocimiento acumulado en un dominio determinado (Chi, Feltovich & Glaser, 1981). Lo que implica que los conocimientos que poseen los sujetos determinan la forma como ellos clasifican y resuelven problemas. Como señala Bromme, et al., (2004), las tareas de clasificación taxonómica desarrolladas por expertos tienen en cuenta; la ponderación de rasgos en función de su utilidad para la identificación de una planta, la consideración de los cambios morfológicos a lo largo del desarrollo de la planta y la inclusión de la variabilidad biológica de las especies vegetales en el proceso de identificación, procesos complejos que distan de las clasificaciones realizadas por los niños.

Sin embargo, Barrett (2004) señala que el proceso de clasificación en los niños atiende a conocimientos intuitivos que les permite realizar inferencias basados en categorías intuitivas. Se encontró además que la instrucción que dan los adultos mejora las generalizaciones sobre las categorías. Barrett (2004) refiere que en el proceso de clasificación intervienen también conocimientos aprendidos que se ven influenciados por las creencias y la cultura, y estos tienden a mediar en la escogencia de características taxonómicas a la hora de clasificar. Barret (2004) los denomina micro conocimientos (pequeñas islas de experticia) sobre conceptos taxonómicos particulares.

La nueva información que se brinda a los niños con la intervención les permite realizar observaciones particulares y llegar a conclusiones generales, este tipo procesos cognitivos se conoce como inferencias inductivas (Piaget, 1936/1952). Gracias a la habilidad de inferir los niños pueden ampliar nuevos conocimientos a través de conclusiones que pueden ser posibles, pero no necesariamente correctas. Estudios como los de Barrett, (2004) y Atran, (1998) señalan que las clasificaciones que se realizan sobre los seres vivos se dan a través de inferencia inductivas, en el cual las personas se basan en suposiciones y en argumentos incompletos a la hora de realizar clasificaciones sobre las especies.

Según Vygotsky (1973), el niño que clasifica piensa en “Apellidos”, es decir los objetos hacen parte de familias separadas pero a la vez relacionadas. Por lo tanto los objetos son conectados por vínculos reales y no abstractos. Esta etapa está caracterizada por la construcción de “complejos” como forma de categorización. Los complejos se

caracterizan porque los objetos se agrupan de acuerdo a similitudes factuales, pero no constituyen colecciones de objetos basados en la presencia de un atributo abstracto.

Los niños en el estudio realizan complejos de pseudo-concepto, donde aplican etiquetas que les fueron enseñadas a los objetos que agrupa, sin que sus agrupaciones sean abstractas y espontaneas aún (e.g. clasificaciones de las plantas en angiospermas). Esta falta de consistencia de los complejos como clasificaciones se debe a la ausencia de un atributo abstracto. Las clasificaciones se realizan a través de un objeto núcleo que se usa como patrón de comparación (e.g. las partes de las plantas).

Frente al manejo de la variabilidad los niños son capaces de establecer que una planta es igual a otra teniendo en cuenta estrategias de comparación de rasgos superficiales, ciertas categorías taxonómicas y explicaciones de la vida cotidiana. Lo que supone que los niños no atienden a la variabilidad sino que establecen categorías sobre los atributos de las hojas. Como señala Konold, et al. (1997) puede que las personas ignoren la variabilidad durante la construcción de categorías y tengan problemas estableciendo diferencias finas dentro de los grupos de objetos. Esta disposición puede estar en alguna medida relacionada con las biología populares (Atran, 1998).

En el estudio los niños no determinan la variación entre las observaciones de un mismo fenómeno, es decir las razones que dan los niños de por qué una planta es igual a otra luego de la intervención no varían. Mientras los biólogos si manejan la variabilidad inherente a las categorías taxonómicas para crear grupos de plantas y atributos que dan cuenta la regularidad y la diferencia en el mundo vegetal (Petrosino et al., 2003).

En los resultados del estudio se encontraron tendencias en las respuestas de los niños que relacionan el funcionamiento de las plantas con experiencias de la vida cotidiana, con nociones de cuidado, de desarrollo y animistas. Este tipo clasificaciones son consistentes con la teoría de biología populares [Folk Biology]. Atran (1998) señala que las personas en ausencia de un entrenamiento disciplinar específico construyen categorías basados en una organización preestablecida compuesta de "especies genéricas". Los niños pueden llegar a clasificar por especies genéricas y no por especies como tal, en el estudio, los niños incluyen clasificaciones de las plantas por nociones de cuidado o de desarrollo.

Como señala Córdoba y Larreamendy (2007), a diferencia de los novatos los expertos cuentan con conocimientos en dominios específicos que influyen en las biología

populares, debido a que los expertos se preocupan en establecer relaciones conceptuales y de causalidad entre sus experimentos y sus hipótesis de trabajo. El procedimiento que utilizan los expertos para resolver los problemas de razonamiento científico estaría relacionado con la exploración teórica y no con la exploración accidental y sin relaciones causales de los novatos.

Los niños adscriben funciones a las plantas que no son adecuadas científicamente y determinan el crecimiento y la similitud de ciertos grupos de planta con criterios no expertos. Las biología populares y las concepciones derivadas de la experiencia de los niños son altamente resistentes al cambio, como se observa en las tendencias animistas sobre el cuidado y funcionamiento de las plantas, los niños tienen una clara predisposición a atribuir características propias a otras especies, como el dolor y los pensamientos en las plantas. Los niños conciben que a las plantas les duele si las chuzan y que las plantas tienen algún tipo de pensamiento que estaría relacionados con su funcionamiento y con las necesidades de cuidado.

Luego del estudio se puede concluir que existen ciertos conocimientos que han sido reforzados con las prácticas en biología, así los niños hablan de las partes de las plantas y de sus funciones. Además con la intervención los niños incluyen órganos más especializados de la planta como el estambre y los pétalos. En otras palabras, los niños crean islas de experticia (Crowley y Jacobs, 2002) que se construyen en la experiencia directa de la visita al Herbario, del contacto con los biólogos y de la manipulación directa de las plantas. En este tipo de intervención, los biólogos median y ayudan a relacionar el conocimiento informal con el dominio de la biología. Asimismo los niños unen los conocimientos previos sobre las plantas con objetos auténticos que les permiten la adquisición de nuevos aprendizajes (Crowley y Jacobs, 2002; Leinhardt y Crowley, 2002).

Luego de la intervención los niños aumentan el número de plantas que dicen conocer, ya no son solo plantas ornamentales, mencionan plantas como el durazno, el manzano, el eucalipto y la mora clasificadas en el Herbario. De allí que el uso activo de objetos en las prácticas de aprendizaje sirva de conexión lo que se aprende y el medio. Vygotsky señala que luego de que el niño aprende conceptos generales y principios es capaz de aplicarlos a nuevas tareas cognitivas que se le presentan a diario, a través del uso de medios semióticos (Vygotsky, 1981), como se evidencia en el estudio con la inclusión de términos sobre el dominio de la biología.

Finalmente se concluye con el estudio que la práctica en el ambiente informal del Herbario facilita el desarrollo de gustos en los niños hacia dominios de conocimiento (Boaler, 1998). Como señala Leinhardt, et al, (2002) las visitas a museos conectan gustos personales con los contenidos de los objetos. De ahí la importancia de proponer actividades de aprendizaje que recreen investigaciones científicas auténticas (Schwart, et al,. 2004) y que aumenten el gusto de los niños por dominios particulares de conocimiento.

## **A. Anexo: Consentimiento Informado**

La siguiente actividad educativa desarrollada por la Psicóloga Lady Mayerli Vergara Estupiñán, estudiante de Maestría de la Universidad Nacional, busca identificar como los niños y las niñas clasifican diferentes plantas en una tarea de ordenamiento en el herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

La actividad educativa será grabada, por lo tanto le pedimos permiso para video grabar a su hijo, estas grabaciones no serán presentadas públicamente y se usaran solo para analizar cuál es el proceso de aprendizaje de los niños durante la actividad sugerida.

La actividad consiste de una entrevista al iniciar el estudio y al finalizarlo, una tarea de ordenamiento de plantas V.C y clasificaciones taxonómicas con especímenes vivos en el herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

---

Firma del Padre de Familia





## B. Anexo: Entrevista

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Mira tú sabes que existen diferentes oficios que la gente realiza, así como existen personas que se encargan de curar la gente, de reparar los carros, de hacer los puentes, y de enseñar, hay otras personas que se dedican a muchas otras cosas. Me entiendes, ahora yo te quiero preguntar...

*Preguntas de relación con el dominio disciplinar*

- ☐ ¿Qué es ser un biólogo?
- ☐ ¿Dónde trabajan los biólogos?
- ☐ ¿Te gustaría ser un biólogo?
- ☐ ¿A ti te gustan las plantas?
- ☐ ¿Qué haces para cuidarlas?
- ¿Qué hacen otras personas para cuidarlas?
- ☐ ¿Crees que a las plantas les duele si la chuzas?
- ☐ ¿Tu como sabes que una planta está enferma?
- ¿Has visto alguna planta enferma?
- ¿Cuándo tú te enfermas es igual a cuando una planta se enferma?
- ☐ ¿Tú crees que el mundo se va a quedar sin plantas?

*Preguntas de variabilidad a qué nivel agrupan*

- ☐ ¿Qué tipos de plantas conoces?
- ☐ ¿Cómo sabes que una planta es igual a otra?

*Preguntas todo parte y biologías populares*

- ☐ ¿Qué partes tienen las plantas?
- ☐ ¿Porque hay plantas que no tienen flores?
- ☐ ¿Para qué sirven las partes de la planta?
- ☐ ¿Por dónde se alimenta la planta?
- ☐ ¿Las plantas piensan?
- ☐ ¿Dónde come?

*Preguntas de relación con el dominio disciplinar*

- ☐ ¿Qué aprendiste?
- ☐ ¿Qué te gusto de esta visita?
- ☐ ¿Te gustaría volver?
- ☐ ¿A quién de tus compañeros le gusto la visita?

## C. Anexo: Tarea de apareamiento V.C.

Experimentador: Mira aquí se encuentra diferentes tipos de hojas de varias plantas que tú tal vez conoces. Quiero que luego de que la observes armes los grupos de hojas que consideres que tienen más en común. Dime todo lo que pienses mientras haces la tarea. Si no hay vocalización espontánea, se le preguntará al niño que está pensando.



Experimentador: Ahora dime que tuviste en cuenta para reunir las así?

## **D. Anexo: Guía de Trabajo**

Visita al Herbario de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

En grupos de tres estudiantes.

1. A continuación deben buscar grupos de plantas que tengan algo en común. Una vez realizada la clasificación responda las siguientes preguntas:
  - ¿Qué características tienen en común las plantas que recolectaron?
  - ¿Por qué tuvieron en cuenta estas características y no otras?
  - ¿De qué otra forma se pudiera agrupar?

En las plantas que agruparon puede identificar sus partes

- ¿Qué función tiene cada una de ellas?

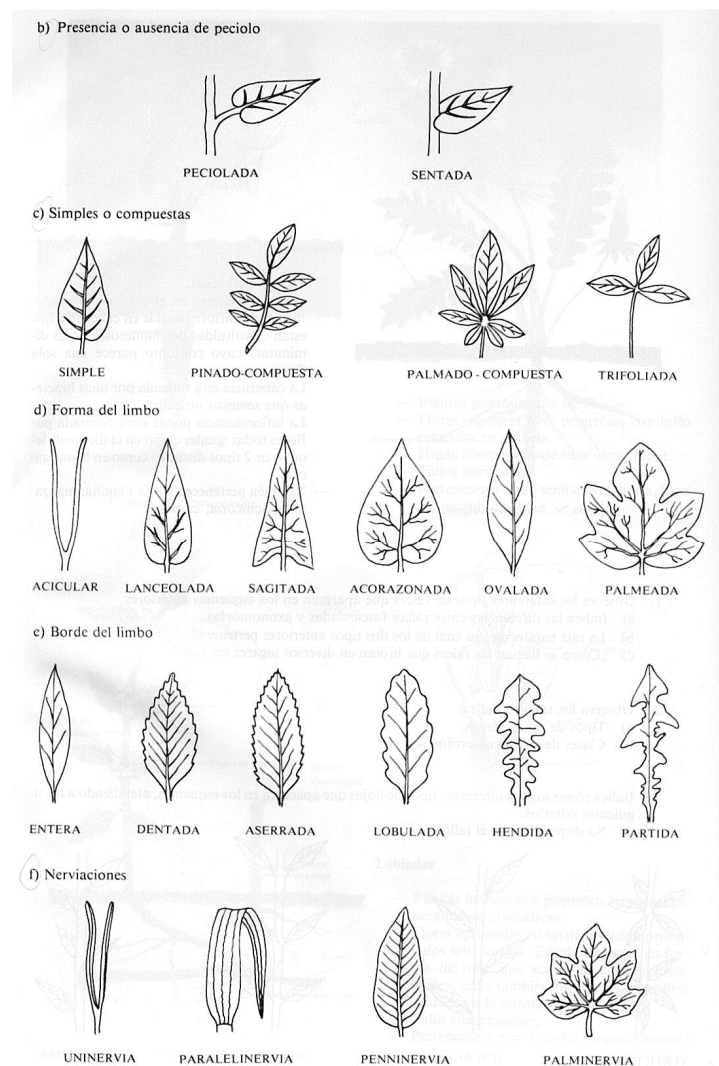
Las respuestas serán consignadas y monitoreadas en el diario de campo, de cada grupo conformado.

2. Siguiendo la clave taxonómica y de acuerdo a las instrucciones del taller que realizamos en la sesión pasada, por favor elijan una planta y realicen la clasificación taxonómica completa.

Para poder diligenciarla deberán caminar por el herbario y establecer para la planta escogida que tipo de hoja posee y realizar un dibujo lo más fiel posible. Recuerde que sus respuestas deben ser discutidas en el grupo.

Nombre de la Planta estudiada	Tipo de Hoja	Dibujo
<p>Clasificación Taxonómica:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
<p>Nombre de los integrantes del grupo:</p> <hr/> <hr/> <hr/>		

## E. Anexo: Guía de clasificación de Hojas



Teniendo en cuenta la siguiente guía de clasificación de hojas agrupe la forma de las hojas que se le presentan. A continuación encontrará la representación de cada una y su respectivo nombre.

## F. Anexo: Taller de las partes de la planta y Clasificación de seres vivos

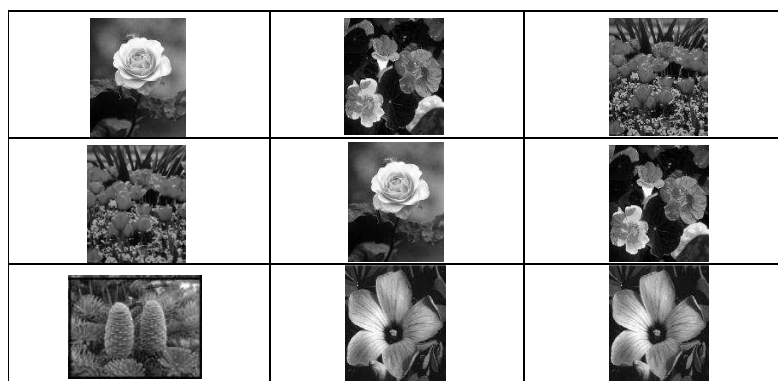
Objetivo: Reconocer las diferentes partes de la planta y sus funciones.

Actividad:

1. Dinámica: "Concéntrese"
2. Las partes de la planta
3. Actividades prácticas
4. ¿Cómo se clasifican las plantas?
5. Evaluación

Procedimiento:

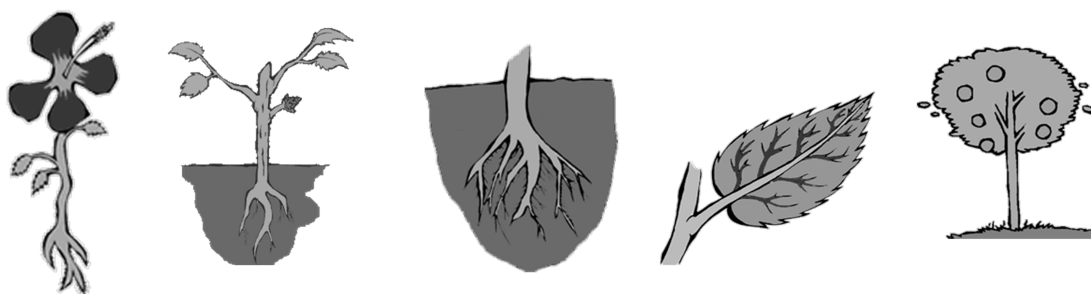
1. Dinámica: Se les pide a los niños que digan cuál es su planta favorita. Luego en orden el niño debe mencionar cuál es su planta favorita y repetir la que dijo su compañero. En seguida se les pide a los niños que realicen parejas con las imágenes que se encuentran ubicadas en el tablero.



2. Utilizando la siguiente cartelera se explica a los niños las partes de la planta. Se realizan preguntas sobre cada parte de la planta.

- ¿El tallo de las plantas para qué sirve?

- ¿Qué función tiene la raíz en la planta?
- ¿Cuáles son las funciones de las hojas?
- ¿Cuál de las partes de la planta es el fruto?
- ¿Para qué sirven las flores?



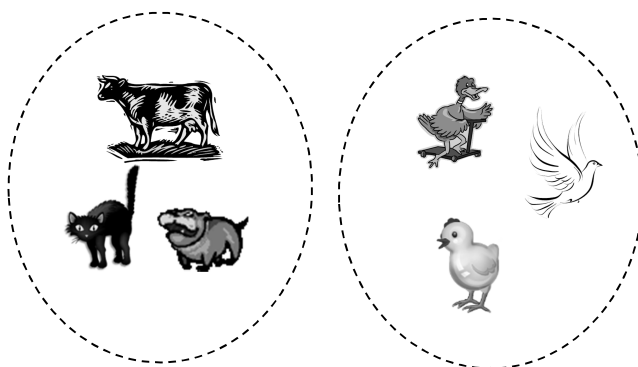
3. Cada niño debe llevar una planta a la clase en la cual se identifiquen todas sus partes. Sobre un octavo de cartulina deben pegar la planta sosteniéndola con cinta adhesiva, luego con sus plumones deben indicar las partes que la conforman y su función.

4. ¿Cómo se clasifican las plantas?

Se les pide a los niños que inicien estableciendo que tiene en común los perros y los gatos, las abejas y los patos, las rosas y las margaritas.

En seguida se inicia la explicación y se alterna con imágenes.

“Los seres vivos que conocemos son estudiados por una ciencia que recibe el nombre de Biología, los biólogos se encargan de clasificar los seres vivos. Clasificar es reunir plantas o animales en determinados grupos. Los animales o las plantas que integran esos grupos tienen características en común.”





“Los animales y las plantas también tienen nombres comunes pero esos nombres pueden cambiar dependiendo del idioma, para que eso no pase los biólogos han creado nombres científicos para animales y plantas que son los mismo en todo el mundo, esto evita que se den errores” Nombre científico del alce es *Alces*



“Las clasificaciones que se realizan de animales o plantas, tienen semejanzas entre sí. Para clasificarlos se utilizan ocho categorías por niveles jerárquicos, es decir de las más grandes a las más pequeñas. El primero de los niveles es el reino, el filo, la clase, el orden, la familia, el género y la especie”

Clasificación científica de tres especies			
	Mariposa macaón	Gorila	Hombre
<b>Reino</b>	Animal	Animal	Animal
<b>Filo</b>	Artrópodos	Cordados	Cordados
<b>Clase</b>	Insectos	Mamíferos	Mamíferos
<b>Orden</b>	Lepidópteros	Primates	Primates
<b>Familia</b>	Papilionidos	Póngidos	Homínidos
<b>Género</b>	<i>Papilio</i>	<i>Gorilla</i>	<i>Homo</i>
<b>Especie</b>	<i>Papilio machaon</i>	<i>Gorilla gorilla</i>	<i>Homo sapiens</i>

“La especie es la unidad más básica de clasificación de los seres vivos. Por ejemplo el oso pardo y el oso polar, son especies diferentes. Presentan muchas semejanzas, pero también tienen diferencias. No tienen el mismo color, el oso polar es más grande que el oso pardo, y el oso polar se alimenta de peces y focas, mientras que el oso pardo come raíces, frutas, insectos y pequeños mamíferos.



Los biólogos señalan que las especies tienen dos características, la primera característica consisten en reunir individuos con rasgos parecidos. La segunda característica es que los individuos puedan reproducirse.

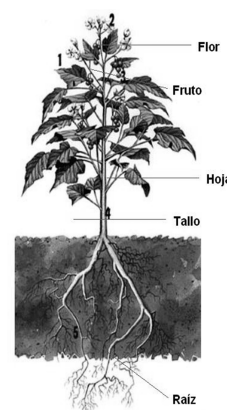
Las especies cercanas se clasifican en grupo que se conocen como géneros. En las especies de un mismo género, la primera palabra del nombre científico es la misma, mientras que la segunda es diferente. El tigre (*Panthera tigris*), el leopardo (*Panthera pardus*) y el león (*Panthera leo*).



Al igual que las especies los géneros más parecidos se reúnen familias. Todos los felinos forman la familia de los Félidos. Las familias se incluyen en el siguiente grupo conocido como el orden. Los Félidos, por ejemplo, pertenecen al orden de los Carnívoros. El grupo siguiente es la clase. Los animales mencionados anteriormente pertenecen a la clase de los Mamíferos, que son animales recubiertos de pelo, que se alimentan de leche materna. El último grupo es el filo, que se compone de clases. Por ejemplo los mamíferos, las aves, los reptiles, los anfibios y los peces pertenecen al filo Cordados. Finalmente en la categoría más amplia se encuentran los reinos que conforman grupos más grandes de seres vivos. Como es el caso del reino animal y vegetal.

5. La evaluación de esta parte del taller se realizará señalando en un dibujo la parte y su función, se interroga al niño sobre, ¿Qué aprendí?, ¿Cómo aprendí?, ¿Cómo aplico lo que aprendí en mi vida diaria?.

Finalmente los niños y niñas recorren el jardín del colegio y observan los diversos tipos de plantas y las partes que las conforman.



## G. Anexo: Entrevista a un Biólogo

<p><i>¿Qué es ser un biólogo?</i></p> <p>Un investigador de los procesos químicos, físicos, que hacen parte de la consecución de la vida, además de las relaciones de los seres vivos con los sistemas que los rodean.</p>
<p><i>¿Dónde trabajan los biólogos?</i></p> <p>En entidades encargadas de la investigación e innovación científica y tecnológica, como laboratorios, herbarios, universidades, además de entidades reguladoras e las interacciones con el medio ambiente como corporaciones autónomas regionales. También en instituciones de educación como colegios y universidades.</p>
<p><i>¿A ti te gustan las plantas?</i></p> <p>Sí.</p>
<p><i>¿Qué haces para cuidar las plantas?</i></p> <p>Con la consecución y divulgación de estudios de taxonomía y diversidad de plantas además de estudios que se enfocan en el uso biotecnológico y fitosanitario se busca generar en la población conciencia acerca de la importancia de preservar nuestra riqueza y diversidad botánica.</p>
<p><i>¿Qué hacen otras personas para cuidar las plantas?</i></p> <p>En Colombia como país mega diverso que es, se ha establecido en el último tiempo esfuerzos de diferentes grupos de profesionales por establecer programas y recursos encaminados a proteger y conservar nuestros recursos naturales principalmente las plantas sin embargo también se vienen estableciendo políticas de gobierno y de industria que comprometen la conservación de especies vegetales.</p>
<p><i>¿Crees que a las plantas les duele si las chuzas?</i></p> <p>En la sociedad abundan los pensamientos unidireccionales de la evolución es</p>

decir que en la historia evolutiva se han generados cambios o adaptaciones que han culminado o que han tenido su expresión final en la especie humana y por tanto los otros seres como las plantas son menos evolucionados o no de algún modo inferiores. No se ha tenido en cuenta que cada ser viviente sobre la tierra ha sido el cumulo de adaptaciones biológicas generadas al azar que han sido efectivas y han permanecido presentes en el tiempo. Las plantas tienen características únicas muy diferentes a las características de la especie humana y aunque las plantas no desarrollaron un sistema nervioso que no le permite tener percepciones como el dolor esto no indique que sean inferiores a nosotros, tan solo son diferentes.

*¿Tú como sabes que una planta está enferma?*

Se puede saber cuándo una planta se encuentra enferma cuando decae en algunos de sus pigmentos comunes por ejemplo cuando presenta hojas amarillas, cuando su crecimiento no es normal, cuando sus hojas flores o tallos decaen esto se puede deber a falta de nutrientes en el suelo y fitoparásitos varios.

*¿Has visto alguna planta enferma?*

Si.

*¿Cuándo tú te enfermas es igual a cuando una planta se enferma?*

Definitivamente no debido a que las patologías y las causas que las producen son muy diferentes, en el reino animal que en el reino vegetal. Las causas de las enfermedades son totalmente diferentes pero igual ambos podemos enfermarnos.

*¿Tú crees que el mundo se va a quedar sin plantas?*

Probablemente no pero si corremos el riesgo de disminuir el número de plantas en gran medida, lo cual afectaría de manera directa nuestro estilo de vida.

*¿Qué tipo de plantas conoces?*

Angiospermas, monocotiledoneas, dicotiledones. Gimnospermas, Briofitos, Pterofitos.

*¿Cómo sabes que una planta es igual a otra?*

Cada planta tienen caracteres diagnósticos es decir rasgos únicos que permite identificarlos y además establecer su linaje evolutivo, estos caracteres pueden ser morfológicos, fisiológicos o moleculares. En la taxonomía se han generado algunas características diagnosticas por medio de las cuales los taxónomos se ayudan para diferenciar y agrupar las diferentes plantas. En estos caracteres diagnósticos se tienen en cuenta las siguientes características: plantas con flor o sin flor, plantas monocotiledóneas o dicotiledóneas, tipo de flor (número de estambres), posición del ovario, características morfológicas de las hojas, tipos de agrupación de las flores y frutos. etc.

*¿Qué partes tienen las plantas?*

Raíces, tallo, hojas, flores que pueden variar según el grupo de plantas que correspondan.

*¿Para qué sirven las partes de las plantas?*

Cada parte de las plantas cumple una función anatómica y fisiológica que le permite crecer, desarrollarse y finalmente reproducirse. Desde el punto de vista humano las partes de las plantas pueden servir para agruparlas taxonómicamente, también desde el punto de vista agronómico, biotecnológico e incluso farmacéutico.

*¿Por qué hay plantas que no tienen flores?*

Las flores cumplen una función reproductiva, las plantas que no tienen flores tienen diferentes estructuras encargadas de la función reproductiva. Estas plantas se agrupan en gimnospermas, briofitos y pterófitos. Las plantas que no tienen flores han desarrollado otras estrategias evolutivas u otras estructuras que se encargan de la función de la reproducción dichas estructuras como las llamadas piñas en los pinos, son igualmente efectivas en la función reproductiva.

*¿Por dónde se alimenta la planta?*

Las plantas obtienen su energía principalmente de los procesos fotosintéticos que se originan en los cloroplastos por medio de la clorofila, dicho proceso químico de fotosíntesis se permite gracias a la obtención de agua y nutrientes que obtiene del suelo,

a través de la raíz.
<i>¿Dónde piensa? Porque?</i>  <i>¿??????? Las plantas no piensan.</i>
<i>¿Dónde come?</i>  Las raíces absorben nutrientes esenciales del suelo además las hojas cumplen la función de facilitar la fotosíntesis que le da a la planta la energía necesaria para realizar sus procesos vitales.

## **H. Anexo: Experiencia Pedagógica: Taller de las partes de la planta y Clasificación**

A continuación se describen los principales procesos observados durante el desarrollo del taller. El taller se desarrolla en una sesión de cuatro horas en el horario de la mañana. Asiste la profesora de Biología del grupo de niños muestra. La dirección del taller se desarrolla por el investigador (Ver Apéndice F) y la sesión es video grabada previo consentimiento informado. La grabación la realiza un asistente con entrenamiento en la actividad. Una vez se realiza la presentación de la temática a desarrollar con el taller la mayoría de los niños señalan que les gustan las plantas.

Estos refieren las plantas nos sirven para; “darnos comida, darnos oxígeno, para el agua, nos dan frutas como; mango, fresa, manzana, banano, cereza, tomate, pera, la feijoa, ciruela, uva, zapote”. “Además las plantas que nos comemos; las hiervas, el eucalipto, el perejil, el ají, la lechuga, la cebolla, el tomate, el ajo”.

Luego se les pide a los niños pensar en una planta favorita. Uno de los comentarios de los niños señala “hay una planta que se llama mariposa que se abre y se cierra así...”, otro niño indica “la hierbabuena para quitar los dolores de estómago”, y una niña refiere “la sábila sirve para el pelo”. Este tipo de respuestas evidencia contenidos de biología populares. En la dinámica del concétrese, los niños participan de forma activa y uno de los niños refiere “esa es la planta que se pone encima del computador para que absorba algo... la energía...” haciendo referencia al cactus. Al indagar con los niños sobre las partes de las plantas, los niños de la clase nombran todas las partes de las plantas. Un niño señala “la raíz sirve para que se alimenten” (muestra a sus compañeros la raíz de la planta que llevo al taller); otra niña señala “para que respire dióxido de carbono y sale oxígeno”, haciendo referencia a las hojas. En esta parte del taller, se hacen visibles una gran cantidad de conceptos intuitivos relacionados con la experiencia cotidiana y con las biología populares. Estas concepciones -la planta es el lugar por donde se alimentan las plantas; hay plantas que absorben energía- representa un reto para el aprendizaje dentro del taller. Los errores van desde algunos muy simples, hasta otros más complicados. Por ejemplo, en esta parte del taller se identifica que los niños desconocen el peciolo como parte que une la hoja al tallo, además que la flor tiene como función la

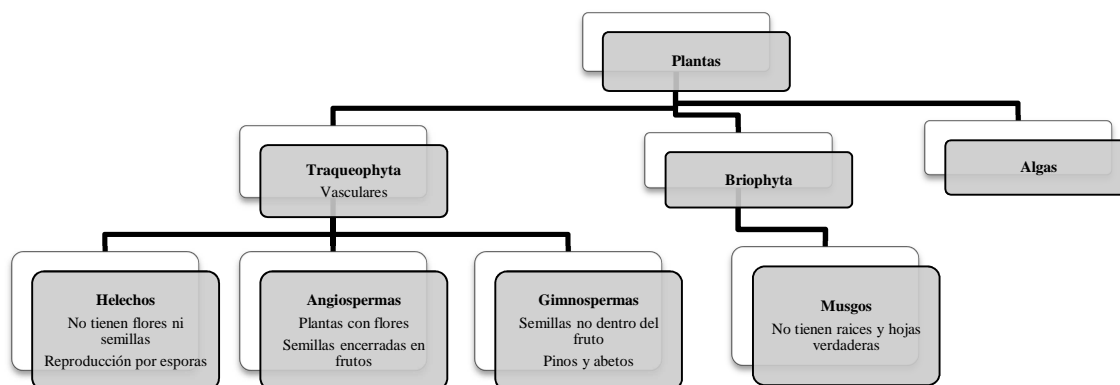
reproducción en las plantas. Al contrario una niña señala “la flor sirve para que ella no se dañe y entre el aire”. La mayoría de los niños concluyen que los biólogos estudian los seres vivos.

Al continuar con el taller se introduce el término “Clasificar” los niños dicen “poner en orden, escoger, otro niño dice agrupar”. Cuando se pregunta qué tienen en común el perro, el gato y la vaca, dicen “tienen cuatro patas, que tienen cola, que tienen pelo y todos comen leche”, además se pregunta qué tienen en común el pato, la paloma, los niños responden; “tienen alas, patas, que tienen picos, son aves, que tienen plumas”. Se concluye que clasificar es agrupar por algo que tienen en común, además se habla de cómo se conforman las familias y del uso de los apellidos. De esta forma se explica a los niños la nomenclatura para clasificación y la generalidad de los nombres en el reino vegetal. Se realiza la explicación con el reino animal (Ver Apéndice F). Lo que se intenta con esta parte del taller es que los estudiantes sean capaces de acercarse a formas de clasificación más complejas, y superen las nociones intuitivas señaladas en el pretest y en la parte inicial del taller.

En la siguiente actividad se les pide a los niños que coloquen las plantas que llevaron a la clase sobre la cartulina, las estiren y con ayuda de cinta adhesiva la peguen. (Ver Figura 21) Además como actividad para la casa se les pide a los niños que guarden la planta en papel periódico y en medio de varios libros que ejerzan presión para secarla y que quede totalmente plana. Se forman grupos de tres estudiantes y en seguida se explica cómo se clasifica el reino vegetal (Ver Figura 20). Una niña participante dice “la mía tiene ocho hojas, tiene un tallo, una raíz y se clasifica en angiosperma”. Esto demuestra algún nivel de utilización del lenguaje técnico propuesto durante la parte anterior del taller. La pregunta es por qué si en el taller se adquirió algún uso del lenguaje técnico y las formas de clasificación propuesta por la biología, los niños en el postest no modificaron sus formas de clasificación. Una explicación es que los niños en el taller estaban en un ambiente de aprendizaje situado en el que contaban con recursos materiales de apoyo que facilitaban la cognición distribuida, mientras en el postest dichos recursos estaban ausentes, ocasionando que los estudiantes volvieran a respuestas más tradicionales.



**Figura 20.** Clasificación taxonómica reino vegetal.



**Figura 21.** Fotografía de la clasificación de una planta realizada por un grupo de niñas.



Con la entrega a cada grupo de una flor de Astromelia, se realiza la explicación a los niños de la reproducción en las plantas. Se indica esta es una planta que se clasifica como Traqueophyta, Angiosperma tiene parte masculina y femenina, luego se abre la flor y se muestran los estambres. Los niños dicen “profe parecen un fosforo”; lo que

señala que los niños se están fijando en características secundarias y no en características centrales de la tarea, como lo señalan las teorías de experticia. Se pide que cojan la parte oscura de estambre con el dedo y vean la marca que queda que es el polen. Se explica a los niños que el estambre es la parte masculina de la flor y buscando la parte gruesa en la flor se muestra el ovario, parte femenina de la flor. Un niño comenta, “ahí si hay una parte líquida, y se le salieron los huevitos”. En esta parte del taller se concluye; el pistilo es la parte femenina, la parte redonda es el ovario y las células masculinas están en el polen. Finalmente se da la instrucción de la salida al jardín del colegio, se les explica la guía de la clasificación de hojas (Ver Apéndice E) y se muestra cada una con un ejemplo. Los niños salen al jardín del colegio llevan su diario de campo, un lápiz y se dividen en grupos. Una niña toca el centro de una flor blanca y les muestra el dedo a sus compañeras, dice “mira el polen”. Ese mismo grupo de niñas refiere “esta es nuestra flor, la elegimos porque tiene mucho polen y es muy bonita, tiene tallo, raíz, tiene hojas, tiene pétalos, es angiosperma, es una hoja entera... haber tiene pétalo, pero no tiene sépalo”. En los fragmentos anteriores, se puede ver una combinación de factores que pueden haber influido sobre los resultados del estudio. Los niños se fijan mayoritariamente en rasgos superficiales, lo que no les permite aumentar sus niveles de experticia en relación con la tarea. Al mismo tiempo, se sienten emocionados y conectados a través de aspectos estéticos de las plantas, lo que puede explicar el aumento en el gusto de los niños por el área. El taller termina a las 12:30 de la tarde con la exploración por grupo del jardín.

## **I. Anexo: Visita al Herbario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia**

La visita al Herbario se realiza en la mañana en compañía de los niños que hacen parte de la muestra, de la profesora de biología del grupo, del investigador y del asistente que grava la sesión. Dentro del Herbario un biólogo realiza la presentación. El biólogo pregunta a los niños ¿Alguien sabe que es un Herbario?, un niño responde “donde hay plantas”, otro niño señala “donde se exploran las plantas”. El biólogo dice:

“un herbario es una colección de plantas. Allí se almacenan plantas. A lo largo de la carrera realizamos salidas de campo y observaciones de cómo son las plantas, si son de flores rojas, de flores amarillas. Luego traemos esas plantas al Herbario las secamos en el horno y hacemos todo un procedimiento para que ese material que traemos de campo quede en la colección del Herbario”.

En este proceso el biólogo encargado de la exposición acerca a los niños a la práctica de la biología. Para esto utiliza ejemplos simples que se conectan con la experiencia de los niños. En los siguientes fragmentos el biólogo describe en detalle, el proceso de conservación de las plantas. El proceso de secado y protección para que éstas se conserven a lo largo del tiempo, y las razones por las cuales ese procedimiento es necesario para evitar la descomposición de las partes de las plantas que van a ser introducidas en el herbario.

“si ustedes cortan en la casa una rama y la dejan a un lado ustedes empiezan a observar que se vuelve negra que se seca, lo que nosotros hacemos es evitar esa pudrición y por eso lo secamos, por eso cuando nosotros lo secamos el material estamos sacando toda el agua por lo cual los hongos no la van a afectar. Reducimos que órganos patógenos lleguen a atacar estas plantas y de esa manera nosotros podamos preservarlas en colecciones vegetales por muchos años. Hay colecciones desde cerca de 40 años hay y todavía están intactas. Entonces una vez nosotros sacamos ese material de la mufla lo que hacemos es ayudarnos con unos libros que tienen claves taxonómicas”.

El biólogo hace una pausa y pregunta a los niños: ¿Sabemos que es una clave?, un niño responde “es una ayuda”. El biólogo responde;

“si es una ayuda, es una herramienta con la cual nosotros a partir de características morfológicas de las plantas, como el color de las flores, como la forma como se encuentran, nosotros logramos determinar a qué familia corresponde, a que genero corresponde y a que especie. Ustedes saben que Colombia es un país mega diverso hay entre 35 y 50 especies diferentes, en el mundo se estima que hay 350 entonces tenemos una gran diversidad nosotros. Este herbario se enfatiza básicamente en la vegetación del departamento de Boyacá, entonces aquí tenemos la caracterización más completa que se ha hecho en Boyacá, resulta que hay herbarios en Tunja en Bucaramanga hay herbarios en Ibagué en cada región los herbarios se caracterizan por lograr caracterizar esas especies por eso se conocen como herbarios regionales y hay un herbario que tiene todas las plantas de Colombia y es el herbario nacional Colombiano que está en la universidad nacional. Allá va y uno encuentra vegetación de muchas partes”.

Una vez se termina la intervención del biólogo se dan las indicaciones de la guía de trabajo (Ver Apéndice F) que se va a desarrollar. Se da un repaso de las partes de la flor, y de los tipos de hojas. Durante esta parte, ellos aprenden a seguir la clave de clasificación para ubicar la planta dentro de una categoría taxonómica. Es interesante también ver cómo una vez terminada la sección dirigida, los niños vuelven a preguntar sobre aspectos de preferencia, y no sobre aspectos técnicos de clasificación. De esta forma, una vez los niños tienen la oportunidad de preguntar, los niños le preguntan a la bióloga participante en la intervención qué es ser un biólogo, la bióloga responde;

“bueno en mi carrera se ve todo lo que son los seres vivos, las plantas los animales, insectos todo los grupos de animales, los insectos y los que nos podemos ver y están en el agua las amebas, los paramecios, vemos la parte de genética, por ejemplo algunas personas que aparecen con una enfermedad, vemos la evolución vemos las plantitas. El grupo de plantas se dividen en dos grupos las vasculares y las no vasculares, cuales son las no vasculares las que no tienen como una tallito, como un conducto donde puedan absorber los nutrientes, a diferencia de las plantas vasculares que son las que tienen un tallo y permite que los nutrientes suban por la planta. Nosotros nos encargamos de todos los seres vivos menos de los humanos de ellos se encargan otras carreras como la medicina, digamos que nosotros vemos los virus los hongos. Nosotros

tratamos de conservar más las cosas, las plantas ya no las rompemos, las jalamos o eso porque le estamos quitando vida a otros animalitos”.

En esta parte se puede ver como la bióloga, combina información relativa a la profesión, a lo que hacen los biólogos, con conceptos técnicos sobre las partes de las plantas. Como se vio en las respuestas del posttest, el primer aspecto tuvo mucha más influencia en el cambio de los niños que el primer aspecto. Esta prominencia de aspectos asociados a lo motivacional, y las preferencias es muy interesante. Dada la oportunidad, los niños vuelven a concentrar sus preguntas en este aspecto. Pregunta una niña a la bióloga, ¿cómo cuidan las plantas?, ella responde;

“todos los cultivos que están haciendo las personas es quitarle parte del bosque para hacer sus sembrados y nos está afectando mucho, parte del aire que respiramos depende de los árboles si los talamos le estamos quitando más territorio a los arbolitos, como los conservamos tratando de ir a hablar con la gente de utilizar solo la partecita que es y no ir extendiéndose más, les decimos cuales son las consecuencias que va a traer por muchos años después, a sus nietos e hijos, esa parte del bosque no los corte consérvelos tiene más utilidad los arbolitos ahí. Igual hay grupitos de plantas endemenos, endemenos son plantas que son propios de un solo sitio, digamos encontramos una plantica aquí en Tunja y en ningún otro lado del mundo las vamos a encontrar, nosotros tenemos que conservarlos y hacer todo lo posible para estudiarla coger las semillitas sembrarlas en laboratorio para poder propagar esa especie, especie que se acabe desaparece. Digamos un biólogo sabe en general de plantas pero nos especializamos en un solo grupo, alguien por ejemplo se especializa solo en la familia de las uvas, como se divide como son sus géneros, como son sus especies. La directora de nuestro herbario y es la encargada a la vez del museo es una mujer se llama la doctora María Eugenia Morales”.

Terminada la intervención de la bióloga se muestran las plantas del Herbario (la plantas está pegada en una cartulina con la descripción de su clasificación a un lado), enseguida los niños relacionan la actividad realizada en el taller y el trabajo del Herbario. Un niño comenta, “la profe nos dio una plantica para abrir la planta y pegarla, clasificarla y ponerle las partes”. La bióloga interviene presentando la planta de durazno y refiere que para la recolección de una planta en campo debe tener flores y frutos. Comenta,

“no vamos a coger solo las hojitas, porque es muy difícil, la mayoría de la información para pasar una clave taxonómica y saber que es, necesitamos las estructuras de las flores y los frutos. Otra cosa importante que nosotros cogemos en campo es toda la información de la plantica, digamos si es un árbol, si es un arbolito, que color eran las hojas, que color eran los frutos, si tenía algún color, algún sabor, porque arrancar la matica de donde era y traerla aquí para secar esa información se nos pierde. Esa información en este caso viene aquí (señala la parte superior), también encontramos la otra etiqueta que es la del Herbario, donde está la familia y la especie y los datos de colecta de 1990, esta información la tenemos en una base de datos, como vemos cada cartón tiene su número”.

**Figura 22.** Fotografía de la clasificación de una planta en el Herbario.



Terminada la explicación de la bióloga, se expone la colección de plantas y por grupos los niños las observan escogen una. Comentarios de un grupo frente a las hojas de la planta de Eucalipto, “escogimos el eucalipto, tiene hoja entera, porque no tiene dientes y por su forma alargada”, otro grupo de niños refiere “escogimos la mora, la hoja es aserrada por lo que es puntudita las hojas”. Los niños se muestran sorprendidos con los nombre científicos de las plantas expuestas.

Para terminar la actividad una bióloga realiza la explicación de las clases de familia de las plantas expuestas y sus características. Indica a los niños las plantas de durazno, manzana y mora hacen parte de la familia rosácea. Señala que esta familia se caracteriza por tener hojas alternas, con muchos estambres, cinco pétalos y cinco

sépalos. De las plantas de eucalipto y la feijoa, señala que pertenece a la familia mirtácea, que tienen hojas opuestas o alternas, se caracterizan porque las flores tienen muchos estambres, cinco pétalos, el margen de la hoja es entero y puntos traslucidos en las hojas. De la familia morácea muestra la planta de breva, refiere que la hoja es alterna simple y que tiene un látex que puede ser lechoso.

Finalmente la bióloga pasa por todos los grupos ayudando a realizar la clasificación taxonómica de las plantas escogidas por los niños. Un grupo de niños señala, “esta es la clasificación de la mora, es del reino vegetal, división traqueophyta, clase angiosperma, la familia es rosáceae, el género es rubus especie es rubus xxxx”, un grupo de niñas, refiere, “clasificación taxonómica, reino vegetal, división traqueophyta, clase angiosperma, familia mirtaceae, género eucaliptus, especie eucaliptus resinífera sipsi”.

Otro grupo de niños, “la clasificación es el reino vegetal, la división traqueophyta porque tienen tallo, raíz y hoja, la clase angiosperma, la familia rosaea, el género malus y la especie malus pupila” y un grupo de niñas, “el nombre de la planta estudiada es la manzana, clasificación se encuentra en los campos y en los bosques, el nombre científico de la planta es malus pupila, el tipo de la hoja es aserrada, es muy grande y tiene muchas puntas y son de color café, clasificación taxonómica reino vegetal, división vascular traqueophyta, angiosperma, familia rosaseae, género malus y el nombre científico malus pupila”.

## **J. Anexo: Entrevista a un biólogo**

La siguiente entrevista se realiza a un biólogo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, utilizando las mismas preguntas realizadas a los niños de la muestra. De esta forma se busca determinar las diferencias entre las respuestas que dan los niños y las de un experto. A continuación se presenta este contraste. Para los niños un biólogo es la persona que se encarga de las plantas, de su cuidado y de colocarles nombres. Este tipo de respuestas no establece que los biólogos se encargan de estudiar las relaciones de los seres vivos con los sistemas que los rodean, aquí las respuestas de los niños solo tienen en cuenta el reino vegetal como objeto de estudio, estas respuestas en cierta medida están influenciadas por la tarea de clasificación, el taller y la visita al Herbario. Como señala Atran (1998) existe una organización clásica de los organismos básicamente en plantas o animales, que deja de lado otras formas de vida como protozoarios, ya que para los niños estos organismos no son evidentes en las actividades cotidianas.

El trabajo de los biólogos tiene diferentes campos de acción dedicados a la investigación e innovación científica y tecnológica, para los niños los biólogos trabajan en lugares donde hay mucha tecnología estudiando plantas, este tipo de lugares para los niños son laboratorios. Para los niños al igual que los biólogos hay un gusto general por la plantas. Además el conocimiento de la profesión de biólogo luego de la intervención aumenta en los niños el gusto por la profesión.

Las tareas de cuidado de las plantas para los niños son tareas de jardinería monitoreadas por sus padres y realizadas en el hogar, mientras las tareas de cuidado de las plantas para el biólogo son tareas de consecución y divulgación de estudios de taxonomía y diversidad de plantas. Además de estudios que se enfocan en el uso biotecnológico y fitosanitario generando en la población conciencia acerca de la importancia de preservar la riqueza y diversidad botánica.



De otro lado las tareas de cuidado que realizan otras personas para los niños involucran tareas de tipo ambientalista como; no talar árboles, evitar incendios, sembrar más plantas, entre otras. Además las personas que mantienen ese cuidado hacia las plantas son especialmente su familia, estas garantizan el crecimiento adecuado de las plantas con ayuda de los niños. Aquí se observa cómo se crean “Explanatoid” desde las actividades que los niños realizan con sus padres (Crowley & Galco, 2001). Para los biólogos existen diferentes grupo que se encargan de establecer programas para proteger y conservar los recursos naturales especialmente las plantas, además de políticas de gobierno y del sector industrial que buscan la conservación de especies vegetales.

Frente a la pregunta si a las plantas les duele si las chuzan, la mayoría de los niños afirma en la entrevista que si les duele, lo que implica el uso de razonamientos animistas donde los niños equiparan lo que les pasa a las plantas con lo que les pasa a ellos. Para los biólogos las plantas tienen características únicas diferentes a las de la especie humana y aunque no desarrollen un sistema nervioso para percibir el dolor, esto no implica que sean inferiores solo diferentes (Ver Apéndice B).

Para los niños una planta enferma esta marchita, agachada y tiene otro color, para los biólogos una planta está enferma cuando decaen algunos de sus pigmentos comunes es decir, cuando presenta hojas amarillas y su crecimiento no es normal. Tanto los niños como los biólogos han visto plantas enfermas cada uno desde su experiencia. Algunos niños pueden afirmar que cuando ellos se enferman es igual a cuando las plantas se enferman, mientras que otros señalan que las enfermedades son diferentes entre las plantas y ellos. Los biólogos establecen que las patologías y las causas de las enfermedades entre el reino vegetal y el reino animal son diferentes, aunque ambos se enfermen.

Tanto los niños como los biólogos coinciden en que el mundo no se va a quedar sin plantas. Para los niños todo el tiempo se está sembrando y en todos los lugares hay plantas, para los biólogos existe el riesgo de disminuir el número de plantas apenas. Al preguntar a los niños por el tipo de plantas que conocen la mayoría menciona plantas ornamentales o de jardín y luego de la intervención incluyen plantas con fruto y las observadas en el Herbario. Al realizar la misma pregunta el biólogo refiere; angiospermas, monocotiledoneas, dicotiledones, gimnospermas, briofitos, pterofitos. Aquí se observa la diferencia entre los conocimientos de los expertos en un dominio

específico y los conocimientos de los niños influenciados de forma directa por la experiencia.

Cuando se realiza la pregunta como sabes que una planta es igual a otra, se encontró que los niños tienen en cuenta estrategias de comparación sobre algunas características particulares de la hoja como color y tamaño, mientras los biólogos establecen categorías taxonómicas desde algunas características diagnosticas de las plantas que les permite agruparlas. De esta forma se observa como en los expertos se pasa de la observación de características superficiales a profundas y como la clasificación por categorías taxonómicas esta medida por conocimientos profundos sobre un dominio disciplinar (Alberdi, et al., 2000).

Tanto los niños como los biólogos identifican las diferentes partes de las plantas de forma completa. Lo que indica que existen aprendizajes previamente consolidados. Los biólogos señalan que el que todas las partes de la planta estén presentes o no dependen del grupo de planta que corresponda, este tipo de razonamientos obedece a conocimientos profundos en el dominio disciplinar y manejo de la variabilidad.

De otro lado frente a la pregunta para que sirven las partes de las plantas los niños realizan descripciones funcionales de cada parte, mientras el biólogo relaciona su respuesta con funciones anatómicas y fisiológicas. Además señala que las partes de la planta sirven para agruparlas taxonómicamente. Los niños a la pregunta por qué hay plantas que no tienen flores incluyen categorías taxonómicas en sus respuestas que aumentan con la intervención, es decir los niños empiezan a establecer ciertas diferencias entre las plantas que les permiten tener flor haciendo parte de categorías con características diferentes. De otro lado el biólogo establece que las flores tienen una función reproductiva, concepto que aún no manejan los niños. Señala que las plantas que no tienen flores poseen diferentes estructuras encargadas de la función reproductiva. Estas plantas se agrupan en gimnospermas, briofitos y pterófitos.

Los niños como los biólogos reconocen que la raíz es la encargada del proceso de alimentación y es la parte por la cual la planta “come”. Sin embargo esta descripción es más completa y elaborada en el biólogo que en los niños (Ver Apéndice B). Finalmente frente a la pregunta de si las plantas piensan, la mayoría de los niños afirma que si y que sus pensamientos son de autocuidado, el biólogo por su parte señala que las plantas no piensan. Aquí es evidente la asignación de atributos animistas a las plantas por parte de los niños (Piaget, 1936/1952).

Dentro de los resultados se logró establecer que hay ciertos efectos del contacto con el mundo natural que aumentan el gusto de los niños hacia la biología y su entendimiento. Se encontró que los niños desarrollan un mayor entendimiento de la profesión, aumenta el conocimiento sobre las tareas que realizan y el interés por ser biólogos. De igual forma luego de la intervención se encontró que los niños incluyen términos más cercanos al dominio disciplinar de la biología como; telescopio, herbario, laboratorio y trabajo de campo. Este tipo de resultados indican que aprendizajes vivenciales y en ambientes colaborativos inciden sobre las preferencias de los niños sobre un dominio disciplinar (Eberbach & Crowley, 2008).

Al explorar los efectos de la experiencia informal sobre las tendencias de clasificación y manejo de la variabilidad en el grupo de niños se encontró; (a) que los niños evalúan la pertenencia de una hoja a un grupo basados en criterios de clasificación por forma. Como señala Denney, (1972a) la forma es el criterio dominante de clasificación cuando los niños seleccionan un solo criterio. Además los niños agrupan las hojas recurriendo a combinaciones de atributos. (b) Los criterios de clasificación que utilizan los niños manejan características superficiales de la hoja, sin que los criterios de clasificación sean más especializados. Aunque luego de la intervención aumentan los niños que utilizan el tipo de hoja como criterio de clasificación (e.g. lobulada). Los niños también clasifican por nociones de cuidado y teniendo en cuenta las partes de la planta, lo que señala la inclusión de biología populares en sus desempeños. (c) Los niños establecen la relación entre el todo y la parte (correlaciones entre comparaciones). A través del reconocimiento de las partes de las plantas, de la identificación de sus funciones y del surgimiento de nociones taxonómicas de por qué hay plantas que no tienen flores.

Los criterios de clasificación usados recurrentemente por los niños para clasificar las plantas, no necesariamente son criterios que tengan una correspondencia adecuada con los criterios usados por los expertos en biología. Los niños al clasificar hojas y plantas dentro del estudio prefieren un criterio general como la forma o en algunos casos utilizan un criterio que se podría llamar de dominio específico como el tamaño o las partes de la planta.

Además los niños durante el estudio utilizan estrategias de comparación lo que supone que los niños no atienden a la variabilidad en la tarea de clasificación, sino que resuelven la tarea teniendo en cuenta la formación de categorías sobre los atributos de las hojas,

mientras los biólogos establecen categorías taxonómicas desde las características diagnosticas de las plantas. Como señala Vygotsky (1973) los niños categorizan formando complejos, es decir atienden a similitudes factuales para agrupar objetos, pero no a atributos abstractos de los objetos.

Finalmente el estudio también mostro que los niños presentan tendencias animistas para entender el cuidado y funcionamiento de las plantas. Estas tendencias se relacionan con la asignación a las plantas de necesidades de cuidado similares a las de los humanos. Se observa que existe una clara influencia de la experiencia directa de los niños y de la interacción con los padres en los resultados, por lo que se concluye que las biología populares y las misconcepciones derivadas son altamente resistentes al cambio. Esta ausencia de cambio se interpreta dentro del marco de las biología populares, que sostienen que las personas no expertas presentan tendencias a la clasificación que están gobernadas por misconcepciones (Wheeler & Valdecasas, 2007).





## Bibliografía

- Alberdi, E., Sleeman, D. & Korpi, M. (2000). Accommodating surprise in taxonomic tasks: The role of expertise. *Cognitive Science*, 21, 53-91.
- Askham, L. R. (1976). The effects of plants on classification behavior in an outdoor environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(1), 49-54.
- Atran, S. (1998). Folk biology and the anthropology of science: Cognitive universals and cultural particulars. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 547-569.
- Barrett, C. (2004). Descent versus design in Shuar children's reasoning about animals. *Journal of cognition and culture*, 4, 25-50.
- Bell N, Grossen M. Perret-Clermont AN, (1985). Sociocognitive conflict and intellectual growth. See Berkowitz (pp. 41-54).
- Ben-Zvi, (2004). Reasoning about variability in comparing distributions. *Statistics Education Research Journal*, 3(2), 42-63.
- Boaler, J. (1998). Open and closed Mathematics: Student experiences and understanding. In Boaler, J. (Eds.). *Journal for Research in Mathematics Education* (pp. 41 - 62). London: National council of teachers of Mathematics.
- Boaler, J. (2002). The Development of disciplinary relationships: Knowledge, practice and identity in Mathematics Classrooms. In Boaler, J. (Eds.), *For the learning of Mathematics* (pp. 42 - 47). Canada: FLM Publishing Association.
- Bromme, R., Stahl, E., Bartholomé, T., & Pieschl, S. (2004). The case of plant identification in biology: When is a rose a rose? Development of expertise as

- acquisition and use of robust and flexible knowledge. In H. P. A. Boshuizen, R. Bromme y H. Gruber (Eds.), *Professional Learning: Constraints and Affordances on the Way from Novice to Expert* (pp. 29-47). Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Bruner, J., Goodnow, J. & Austin, G. (1978). *El Proceso Mental de Aprendizaje*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Callanan, M., & Oakes, L. (1992). Preschoolers' questions and parents' explanations: Causal thinking in everyday activity. *Cognitive Development*, 7, 213-233.
- Córdoba, M., & Larreamendy-Joerns, J. (2007). Variación en estilos de experimentación y conocimiento específico. *Acta Colombiana de Psicología*, 10(1), 25-34.
- Coté, J., & Levine, C. (2002). *Identity formation, agency, and culture: A social psychological synthesis*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Crowley, K., & Galco, J. (2001). Everyday activity and the development of scientific thinking. In K. Crowley, C.D. Schunn, & T. Okada (Eds.), *Designing for Science: Implications from Professional, Instructional, and Everyday Science*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Crowley, K., & Jacobs, M. (2002). Building islands of expertise. In Perspectives on object-centered learning in museums. In S. Paris (Ed.), *Multiple perspectives on object-centered learning* (pp. 301-324). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chi, M., Feltovich, P., & Glaser, R., (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-151.
- Chi, M., & Koeske, R. (1983). Network representation of a child's dinosaur knowledge. *Developmental Psychology*, 19, 29-39.
- Cobb, P., Disessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9 – 13.
- Davidse, G., Chiang, F., Ugarte, M. A. & cols (1994). Flora Mesoamericana. México, D. F. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 1 de Junio de 2010 de en <http://searchworks.stanford.edu/view/2909013>.



- Denney, N. W. (1972a). A developmental study of free classification in children. *Child Development*, 43(1), 221-232.
- Denney, N. W. (1972b). Free classification in preschool children. *Child Development*, 43(2), 1161-1170.
- Eberbach, C. & Crowley, K. (2008). From every day to scientific: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research*, 79, 1, 39-68.
- Greeno, J., Collins A., & Resnick, L. (1986). *Cognition and Learning*. En D. Berliner, R. Calfee (Comps.), *Handbook of educational psychology*. (Cap. 2, pp 15-46). New York, N.Y. Simon y Schuster Mcmillan.
- Kagan, J. & Lemkin, J. (1961). Form, color, and size in children's conceptual behavior. *Child Development*, 32(1), 25-28.
- Konold, C., Polltsek, A., & Well, A. (1997). Students analyzing data: Research of critical barriers. In J. B. Garfield y G. Burrill (Eds.), *Research on the Role of Technology in Teaching and Learning Statistics* (pp. 151-168). Voorburgh, The Netherlands: ISD.
- Leinhardt, G., & Crowley, K. (2002). Objects of learning, objects of talk: Changing minds in museums. In S. Paris (Ed.), *Multiple perspectives on object-centered learning* (pp. 301-324). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Leinhardt, G., & Gregg, M. (2002). Burning buses, burning crosses: Student teachers see civil rights. In Leinhardt, G., Crowley, K., & Knutson, K. (Eds.), *Learning conversations in Museums* (pp. 139 - 166). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Leinhardt, G., & Larreamendy-Joerns, J. (2007). Variation in the meaning of learning of variation, error, and uncertainty. En M. Lovett y P. Shah (Eds.), *33rd Carnegie Symposium on Cognition: Thinking with data* (pp. 177-189). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Leinhardt, G., Tittle, C., & Knutson, K. (2002). Talking to oneself: Diaries of Museum visits. In Leinhardt, G., Crowley, K., & Knutson, K. (Eds.), *Learning conversations in Museums* (pp. 103 - 134). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Levin, T., & Libman, Z. (1980). Preferences of classification criteria as a function of student and task characteristics. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(1), 55-65.
- Lockwood, P., & Kunda, Z. (1997). Superstars and me: Predicting the impact of role models on the self. *Journal of personality and social psychology*, 73(1), 91-103.
- Masnick, A. & Klahr, D. (2003). Error Matters: An Initial Exploration of Elementary School Children's Understanding of Experimental Error. *Journal of cognition and development*, 4(1), 67-98.
- Moore, E. (1982). A prison environments effects on health care service demands. *Journal of Environmental Systems*, 11, 17-34.
- Petrosino, A., Lehrer, R., & Schauble, L., (2003). Structuring Error and Experimental Variation as Distribution in the Fourth Grade. *Mathematical Thinking and Learning*, 5(2) 131-156.
- Piaget, J. (1985). *The Equilibration of Cognitive Structures: The Central Problem of Intellectual Development* (pp. 36-64). Transl. T Bronw, KL Thampy, Chicago: Univ. Chicago Press. (From French).
- Piaget, J. (1936/1952). *The origins of intelligence in children* (Los orígenes de la inteligencia en niñ@s). Nueva York: International Universities Prees.
- Piaget, J. (1967). *Seis Estudios de Psicología*. Barcelona: Seix Barral.
- Piaget, J. (1977). *La Génesis de las Estructuras Lógicas Elementales. Clasificaciones y Seriaciones*. Buenos Aires: Guadalupe.
- Schwartz, R., Lederman, N., & Crawford, B., (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Teacher Education*, 88(4), 610-645.
- Sullivan, A. (1998). Social Constructivist Perspectives on Teaching and Learning. Annual Reviews Inc. 49: 345-75. University of Michigan.

Ulrich, R. (1993). Biophilia, and nature landscapes. In S. R. Kellert y E. O. Wilson (Eds.), *The biophilia hypothesis* (pp. 73-137). Washington, D.C: Island Press.

Vygotsky I, (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*, ed. M Cole, V Jonh-Steiner, S Scribner, E Souberman. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.

Vygotsky, L. S. (1973). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires. Pleyade.

Wheeler, Q. D. & Valdecasas, A. G. (2007). Taxonomy: miths and misconceptions. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 64(2), 237-241.